

DIZES Jacques

APERÇUS SUR LE MANIOC ET SA CULTURE

SERVICE D'EXPERIMENTATION BIOLOGIQUE

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER

CENTRE D'ADIOPODDOUMÉ - CÔTE D'IVOIRE

B. P. 20 - ABIDJAN



SEPTEMBRE 1975

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER
CENTRE D'ADIOPODOUME

Service d'Experimentation Biologique

APERCUS SUR LE MANIOC ET SA CULTURE

° °
°

J. DIZES.

Septembre 19

Ce travail, bibliographique pour une large part, a pour objet de donner une idée du Manioc et de sa culture (la technologie, les utilisations traditionnelles et industrielles ainsi que l'importance économique n'étant pas traitées ici), ou de ce qu'elle pourrait être, car force est de constater qu'il n'a pratiquement jamais été cultivé dans des conditions susceptibles de lui permettre d'extérioriser ses énormes potentialités.

La bibliographie et la liste des principaux organismes de recherche travaillant sur le Manioc (ref. Ann. VIII), annexés au présent document, permettent de se rendre compte de l'intérêt que l'on porte doré et déjà de par le monde à ce produit.



S O M M A I R E

	Pages
GENERALITES	2
HISTORIQUE	2
NOMS BOTANIQUES, NOMS COMMUNS ET VERNACULAIRES	3
CLASSIFICATION	3
VARIETES	3
DESCRIPTION	4
ECOLOGIE	5
PRATIQUE DE LA PLANTATION	7
A - CULTURE TRADITIONNELLE EN COTE D'IVOIRE	7
B - CULTURE INTENSIVE	8
. PREPARATION DU TERRAIN	8
. PLANTATION	9
. VEGETATION	11
. REMPLACEMENTS	11
. SOINS CULTURAUX	11
. ECIIMAGE	12
. RECOLTE	12
. RENDEMENTS	13
. TEMPS DE TRAVAUX	14
C - AMELIORATIONS CULTURALES	15
. MECANISATION	15
. ROTATION	16
. INTER PLANTATION, CULTURES MIXTES	18
. FUMURE	18
. GREFFAGE	20
. IRRIGATION	20
CONSERVATION	21
ENNEMIS	21
CONCLUSION	23
ANNEXES	25
BIBLIOGRAPHIE	37
BIBLIOGRAPHIE DES TRAVAUX REALISES PAR L'ORSTOM A ADIOPODOUME (Côte d'Ivoire)	47

GENERALITES.

Cinquante millions de tonnes de manioc sont consommées annuellement dans le monde par deux cent millions de personnes des pays tropicaux pour lesquelles il joue un rôle similaire à celui de la pomme de terre en Europe. Un million de tonnes sont importées par les pays industrialisés. La Côte d'Ivoire a produit à peu près cinq cent mille tonnes en 1970.

Jusqu'à présent, cette culture, qui n'entre que peu dans le marché et n'est pas cultivée dans les pays développés, a été relativement négligée par la recherche ou les organismes de vulgarisation, mais les besoins risquent de dépasser la production très bientôt ; aussi, depuis quelques années, elle semble sortir de l'obscurité.

En Côte d'Ivoire, le manioc est cultivé dans tout le pays, mais surtout au Sud où il remplace presque intégralement l'igname ou le riz comme aliment de base ; il ne fait pour le moment pas l'objet de cultures industrielles.

HISTORIQUE.

Toutes les espèces de manioc, 100 à 200, sont originaires d'Amérique. Le Mexique serait la première région où on l'ait cultivé.

Il fait son apparition à la Réunion en 1738, venant de l'île de France (île Maurice), avant d'être introduit à Madagascar.

Pour certains, il aurait été importé en Afrique Occidentale, dont la Côte d'Ivoire, postérieurement à la découverte de l'Amérique, en 1492, d'autres assurent qu'il arriva avec des immigrants brésiliens rapatriés dans la région côtière entre Accra et Lagos.

Quoi qu'il en soit, il semble établi qu'il ait été cultivé et utilisé dans différentes parties de l'Afrique dès le XVII^e siècle, encore que son emploi n'ait pris de l'importance qu'à partir du milieu du XIX^e, époque durant laquelle les techniques de transformation des racines en produits alimentaires ont entraîné un développement rapide des superficies plantées.

Par vagues successives, il s'étend d'Ouest en Est, Bambari (1890), Bangui (1840), Moyen Congo, Gabon, Tchad ...

NOMS BOTANIQUES, NOMS COMMUNS ET VERNACULAIRES.

Manihot esculenta Crantz.

On a pu distinguer dans le genre deux variétés, le manioc amer, *Manihot utilissima* Pohl et le manioc doux, *Manihot dulcis* H. Baillon ou *Manihot Aipi* Pohl, mais tous les maniocs contiennent la manihotoxine responsable de l'amertume.

Ses principales dénominations sont : manioc (français), cassava (anglais), tapioca (Sud Est asiatique anglophone), mandioca (Brésil), yuca (Etats sud américains de langue espagnole). En annexe I sont indiqués les noms employés dans les dialectes des principaux pays producteurs.

En Côte d'Ivoire, selon les ethnies, on l'appelle "agba" (Baoulé), "bédé" (Attié, Ebrié, Agni, Abbei, Adioukrou ...), "bâ" (Yacouba), "banakou", qui signifie "igname vénéneuse" (Dioula)...

CLASSIFICATION.

Le manioc appartient à la famille des Euphorbiacées, genre *Manihoteae*, qui compte plus de 120 espèces de plantes, toutes originaires d'Amérique tropicale, du Brésil en particulier.

L'espèce cultivée est le *Manihot utilissima* Pohl ou *Manihot esculenta* Crantz, mais quelquefois, nous l'avons vu plus haut, on sépare en sous variétés le manioc amer du manioc doux (*M. dulcis* H. Baillon, *M. aipi* Pohl ou encore *M. palmata*) mais ce n'est pas justifié car la toxicité d'une variété change avec les conditions extérieures (milieu, conditions culturelles ...). Contentons-nous de dire qu'il y a des types amers ou doux ou encore des types hâtifs ou à cycle long.

VARIETES.

Les variétés de manioc cultivé sont nombreuses. En Côte

d'Ivoire on en compte plus de cent, même en tenant compte des synonymies et des homonymies ou des formes diverses que présente la même plante dans des conditions différentes.

Il existe des collections importantes à Boukoko en République Centrafricaine, à Madagascar, au Ghana, au Nigéria, aux Indes dans l'Etat de Kerala, dans plusieurs pays d'Amérique latine etc... La collection de l'ORSTOM, à Adiopodoumé, comprend 75 variétés locales et des introductions de Madagascar (1), du Togo (18) et de la République Centrafricaine (41). (Voir Ann. II).

Le Tabouca, "originnaire" de Bingerville, relativement résistant aux viroses, riche en fécule, donne à un an des rendements supérieurs à 30 tonnes à l'hectare ; malheureusement, il a un port élevé et des tubercules longs et volumineux, ce qui le rend impropre à la récolte mécanique.

DESCRIPTION. (V. figures I et II)

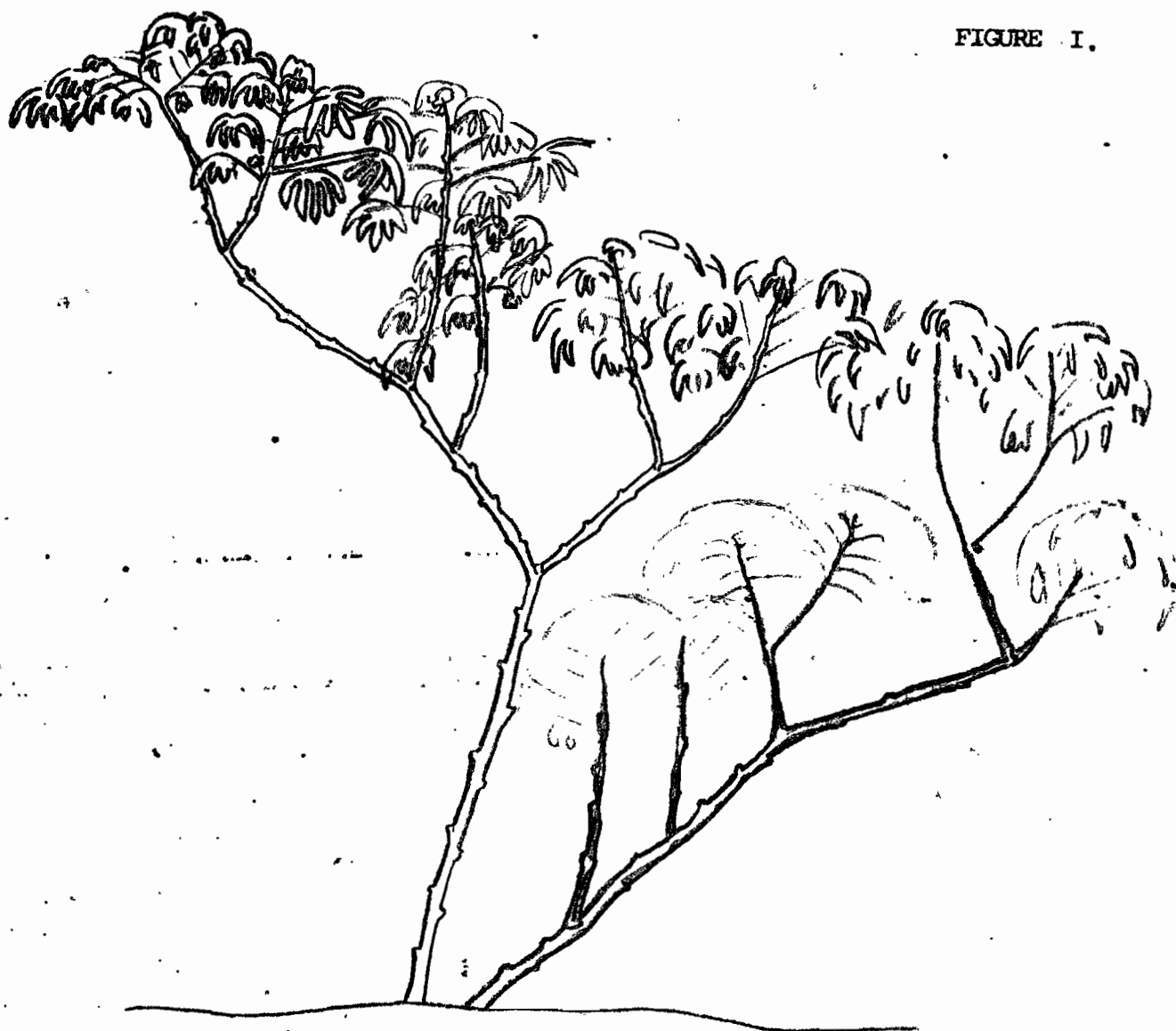
C'est un arbuste de deux à six mètres de haut, à port dressé en général. Les jeunes pousses, issues des boutures, s'allongent et se divisent après quelques semaines en trois branches qui, elles-mêmes, se ramifient à nouveau en deux, trois ou quatre rameaux et ainsi de suite.

L'écorce, lisse, peut varier considérablement de couleur d'une variété à l'autre, encore que ces couleurs foncent pendant la végétation et peuvent être plus ou moins prononcées selon la richesse du sol.

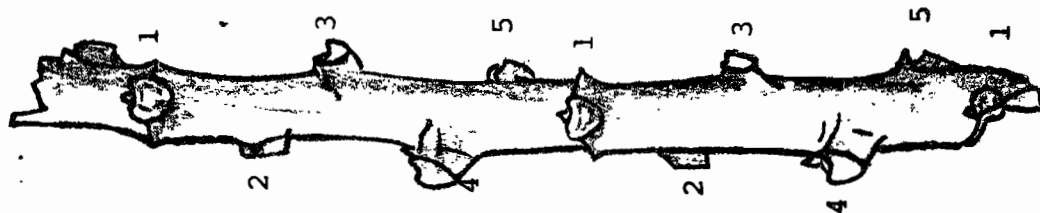
Tiges et branches présentent des noeuds bien marqués, disposés en spirale, les entre-noeuds sont de longueur variable. La tige ne s'aoute que dans la moitié basse de sa hauteur.

Les feuilles, lisses, sont lobées (3 à 11 lobes) ; elles présentent, elles aussi, des différences considérables selon les variétés, l'état physiologique de la plante ou les façons culturales tant du point de vue de la forme ou du nombre des lobes que de la couleur et des pana-

FIGURE I.



Pied de Tabouca.



Jeune tige de Tabouca.

chures. Certaines variétés sont utilisées comme plantes ornementales.

Le manioc peut fleurir mais les fleurs, que l'on trouve aux ramifications de la tige, avortent souvent. Les inflorescences, d'un blanc jaunâtre, comprennent des fleurs femelles à la base et des fleurs mâles autour. La fécondation, croisée, est effectuée par l'intermédiaire d'insectes.

Le fruit, rond, est une capsule déhiscente qui arrive à maturité au bout de cinq à six mois ; il contient trois graines à faible pouvoir germinatif.

Les racines, fasciculées, plus ou moins volumineuses, plus ou moins nombreuses, de couleurs différentes selon les clones, sont gonflées de matières hydrocarbonées élaborées par les feuilles. Toutes ne tubérifient pas.

Chaque plant porte cinq à dix tubercules de 30 à 45 cm. de long et de 5 à 15 cm. de diamètre, pouvant peser de 0,9 à 2,5 kg. Dans des conditions exceptionnelles, elles peuvent atteindre 1 mètre et peser jusqu'à 15 kg. La peau représente 10 à 20 % du tubercule et comprend une pellicule épaisse de 1 à 2 mm brunâtre, recouvrant une partie intérieure moins dure. La chair est blanche ou rosée.

Les tubercules⁽⁺⁾ renferment un glucoside, la manihotoxine, qui se décompose au contact de l'air en libérant de l'acide cyanhydrique. La proportion de ce corps toxique détermine les types de manioc doux et amer mais elle varie avec les saisons, les lieux de culture, l'altitude et l'état physiologique de la plante; par exemple, un manioc normalement doux devient amer si la teneur en eau du sol augmente. La composition chimique moyenne des tubercules est donnée en annexe VI.

ECOLOGIE.

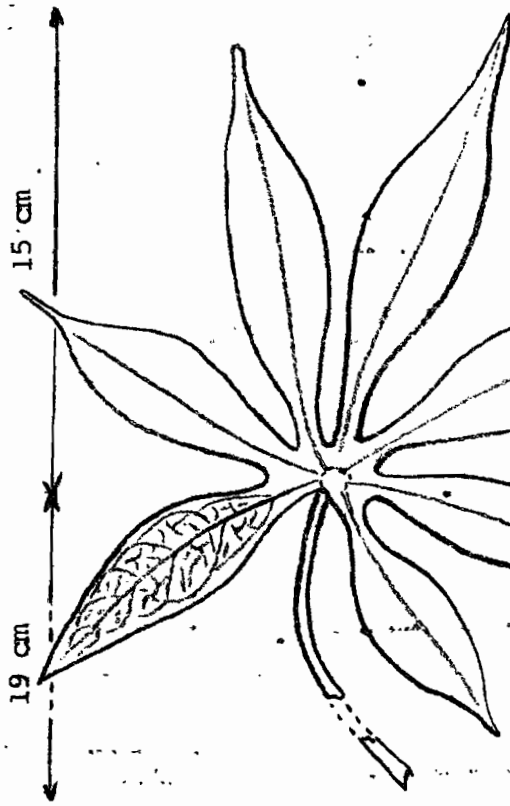
Le manioc est originaire d'Amérique du Sud mais on le trouve maintenant sous les climats et sur les sols les plus variés des Tropiques, entre les 30° de latitude Nord et Sud.

- CLIMAT.

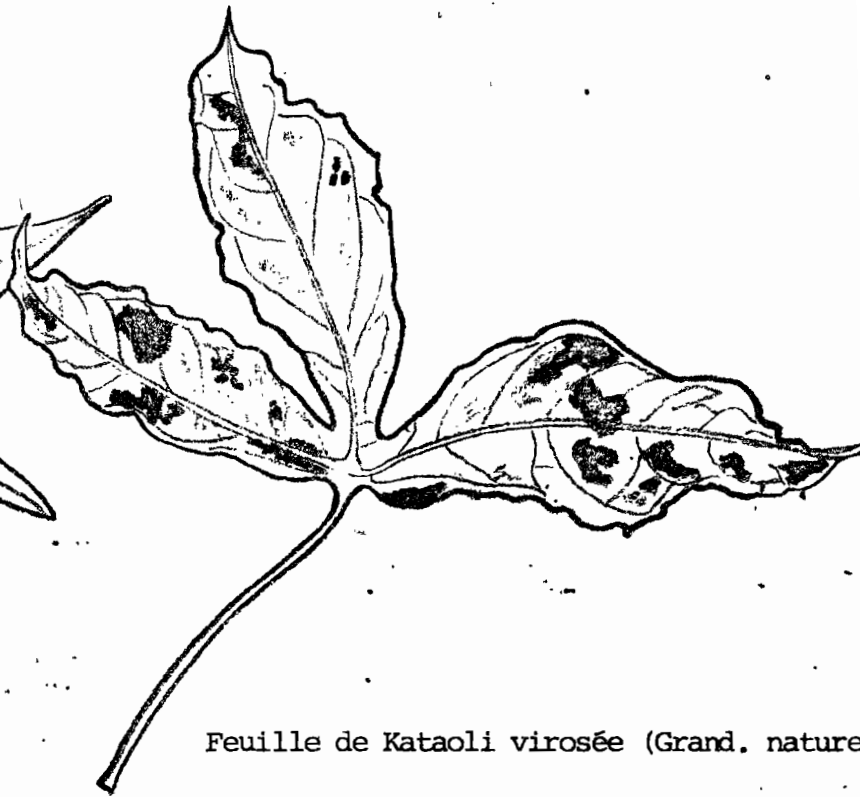
Les meilleures conditions de culture sont un climat chaud et humide (25 à 30°). A une température de 10°, il cesse de croître ; au-

(+)V. annexe V - Définition des organes de stockage des végétaux.

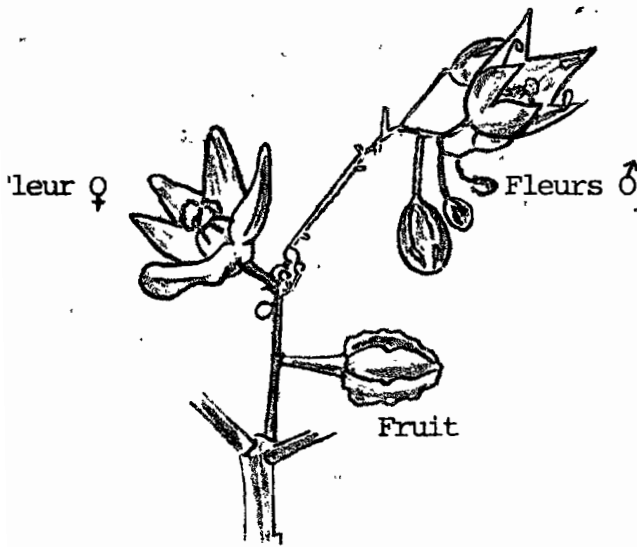
FIGURE II.



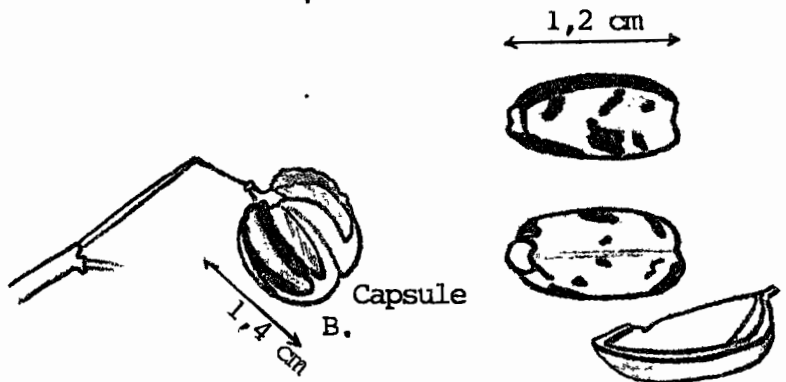
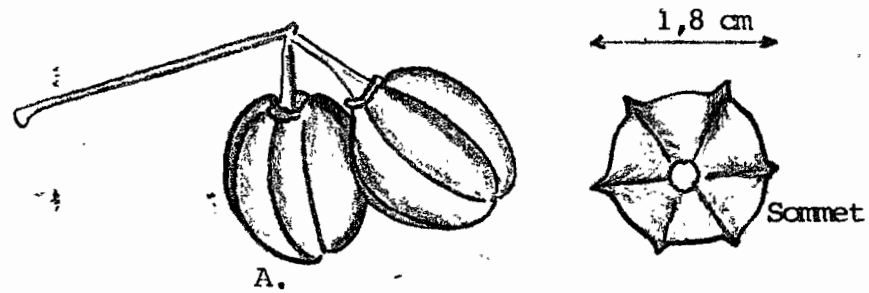
Feuille de Tabouca



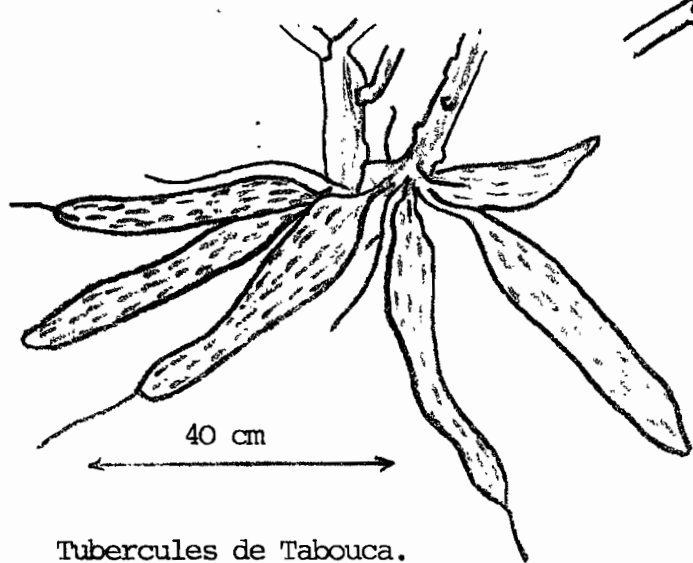
Feuille de Kataoli virosée (Grand. nature)



Inflorescence de Kokobassié



Fruits (A. vert, B. à maturité) de Kataoli ;
Graines et coque de Magnoclé.



Tubercules de Tabouca.

dessus de 30°, les rendements diminuent.

En altitude, à Madagascar, certaines variétés peuvent subir sans dommages une période de gel n'excédant pas trente jours. A l'Equateur, on trouve du manioc jusqu'à 2.000 mètres, mais au-dessus de 1.000 mètres, sa croissance se ralentit et le rendement diminue. A 30° de latitude, il ne monte pas plus que 600 mètres.

- HUMIDITE.

Si son développement est terminé, il résiste à de grandes périodes de sécheresse. Les conditions les meilleures sont une pluviométrie bien distribuée de 1.000 à 1.500 mm. Une période trop humide au moment de la plantation risque d'occasionner la pourriture de boutures.

- LUMIERE.

Bien que de jours courts, le manioc est essentiellement une plante de soleil, la photosynthèse devant jouer au maximum pour accumuler l'amidon dans les tubercules. Planté à l'ombre, il donnera des rendements médiocres.

- VENTS.

N'ayant pas de pivot, le manioc est peu ancré dans le sol, aussi craint-il les vents violents et même les fortes pluies.

- SOLS.

Le manioc a la capacité de produire, bien qu'à de bas rendements, sur des terres à fertilité limitée ou dégradées où rien d'autre ne pousserait. Cependant, il n'aime pas les terres lourdes, susceptibles de s'engorger.

Les meilleurs résultats seront obtenus sur des sols riches, légers, meubles, sabonneux et bien drainés car des eaux stagnantes favoriseraient la pourriture des racines.

Il n'a pas de besoins particuliers en calcium et peut pousser sur des sols plutôt acides à condition que les autres éléments nutritifs soient présents. Ses exigences en phosphate sont peu élevées, mais il a besoin de potasse étant donné ce qu'il exporte par les racines.

Il n'est pas indiqué de le planter sur terrain pentu car il couvre mal le sol et lutte mal contre l'érosion.

- EN COTE D'IVOIRE, il prédomine dans toute la zone forestière humide à précipitations abondantes, à saison sèche relativement brève et peu marquée, à hygrométrie élevée. Son importance diminue, ainsi que les rendements, au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la côte. Il est remplacé progressivement par l'igname pour ne devenir, lorsque la saison sèche devient plus longue et la pluviométrie plus faible et moins bien répartie, qu'une nourriture de soudure du mois de mai (plantation des ignames) au mois d'août (premières récoltes). Au Nord, Nord-Ouest excepté où il conserve une certaine importance, c'est une culture tout à fait accessoire.

PRATIQUES DE LA PLANTATION.

A - CULTURE TRADITIONNELLE EN COTE D'IVOIRE. (Ref. Annexe III).

Le manioc est la base de l'alimentation des peuples des régions forestières et côtières du Sud de la Côte d'Ivoire. On le rencontre partout, autour des villes, sur le cordon lagunaire, sur brûlis de forêts, en parcelles peu étendues, quelques ares seulement. Près des villes, le manque de place oblige à le cultiver n'importe où, même sur les fortes pentes malgré les risques d'érosion.

L'époque la plus favorable pour sa mise en place est le début de la saison des pluies. Il est souvent planté après le défrichage. Les paysans ébriés laissent parfois défricher leurs parcelles par des étrangers du Nord qui auront le droit d'y faire une culture de maïs, puis ils plantent leur manioc. En pays baoulé, c'est l'igname qui est, le plus souvent, placée en tête de l'assolement.

Les femmes découpent les boutures prises sur des tiges aoutées de l'année précédente. Elles ont 20 à 35 cm. de long. On les enfonce obliquement dans le sol en laissant émerger deux ou trois yeux ou, comme sur le cordon lagunaire, on les enterre complètement. Parfois, trois boutures sont placées par butte et il arrive qu'elles soient installées verticalement ou horizontalement. La croissance des jeunes pousses est favorisée par un léger sarclage.

Entre les buttes, on trouve quelques plants de piment, d'aubergines, de tomates ou de gombo.

S'il est placé en fin d'assolement, il ne fait pas l'objet de grands soins. Le plus souvent, la végétation reprend le dessus et les

villageois vont se servir, au bout de six à dix huit mois, selon leurs besoins.

B - CULTURE INTENSIVE.

En Côte d'Ivoire, cette culture n'est que villageoise, mais elle peut être envisagée dans le cadre de plantations de rapport à hauts rendements pratiquant des techniques culturales modernes.

. Préparation du terrain.

Les racines du manioc sont traçantes; elles ne s'enfoncent pas dans le sol mais on trouve des radicelles jusqu'à un mètre ou plus. Dans le cadre d'une rotation, un labour profond ou même un sous-solage favoriseraient la pénétration des racines et ~~aé~~^{aé}raieraient le sol. Mais avant la phase de manioc, un labour à 25, 30 cm est peut-être suffisant si l'on veut éviter que les tubercules s'enfoncent par trop et soient malaisées à extraire mécaniquement. Sur terrain latéritique, ce travail est vraiment indispensable pour que les racines se développent. On considère, au Kerala, que le fait de labourer un terrain compact améliore les rendements du manioc beaucoup plus que l'apport de fumier.

Si l'on doit enfouir un engrais vert à port dressé (Crotalaria...), un passage de gyrobroyeur sera suffisant avant de labourer, mais pour enfouir des plantes rampantes comme le Centrosema ou, pire, le Stylosanthès, ou le Pueraria, le gyrobroyage ne suffira pas ou bien, il faudra passer plusieurs fois, mais le mieux est d'effectuer après le gyrobroyage un passage de rotavator, qui mélange bien la matière verte à la terre et émiette les tiges qui ne "bourreront" pas dans la charrue à soc ou ne feront pas glisser la charrue à disques. Ce passage supplémentaire d'engin qui permet un labour bien meilleur a évidemment l'inconvénient d'être onéreux.

Le labour est suivi d'un pulvérisage à la surface.

Dans le cas de culture sur billons, ces derniers peuvent être faits, au billonneur, avant la plantation ou dressés après quelques semaines. Cette dernière méthode évite un sarclage et activerait la croissance de la plante.

En sol pentu, la préparation du terrain s'effectue perpendiculairement à la pente. Des bandes d'arrêt, en courbes de niveau, de largeurs variables, doivent être ménagées. Si l'on envisage un assolement, ces bandes d'arrêt pourraient coïncider avec les cultures. (+)

. Plantation.

a) Préparation des boutures

Le manioc est mis en place au moyen de boutures que l'on obtient en coupant des tiges d'au moins 10 mois, bien aoûtées et indemnes de maladies, en morceaux de 25 à 30 cm de long comportant trois à cinq noeuds. Il n'y a, à priori, aucun avantage à faire des boutures plus longues. (++)

Un hectare planté à 1 m x 1 m nécessite une tonne de boutures de 2,5 à 4 cm d'épaisseur, récoltées sur au moins dix ares. Le fait de prélever le "bois" sur les parcelles en végétation diminue le rendement de ces parcelles en tubercules et la teneur de ces dernières en amidon. La plantation de grandes surfaces poserait donc un problème, à moins de prévoir le stockage du bois à la récolte (on peut le garder trois mois) ou des pépinières.

b) Repiquage

Le manioc est planté à plat, sur planches ou sur billons ; les deux derniers cas permettent un bon drainage du sol et facilitent la récolte sur terrains compacts, sans oublier, en cas de pente, un bon contrôle de l'érosion.

Les boutures sont mises en terre verticalement ou inclinées selon un angle de 30 à 40° ou horizontalement enfoncées à 4 ou 5 cm de profondeur. Lorsqu'on les plante verticalement ou légèrement inclinées, les racines pénètrent plus profondément mais dans les régions peu humides, elles risquent de se dessécher. D'une manière générale, sauf dans les régions très pluvieuses où existe un risque de pourriture, on recommande de

(+) Selon l'IRAT, la largeur entre bandes doit être la suivante :

Pente	Largeur bandes d'arrêt
0 - 1 %	100 m.
1 - 2 %	50 m.
2 - 4 %	30 m.
4 - 5 %	25 m.

(++) Au Brésil cependant, on considère que des boutures de 45 à 60 cm. donnent de meilleurs résultats.

les enfoncer à plat. L'engrais serait alors mieux utilisé et surtout le ramassage serait plus facile et avec des risques moindres de cassure des tubercules. En culture mécanisée, on plante à plat.

Les billons, le cas échéant, sont faits avant la plantation ou quelques semaines après.

La mise en place des boutures pourrait se faire mécaniquement à l'aide d'un appareil similaire à celui que l'on utilise pour la canne à sucre, ou de repiqueuses, les boutures, placées manuellement ou par une trémie dans un sillon étant recouvertes par une lame inclinée ou par un léger billonnage.

c) Densité

La densité généralement employée est de 1 m x 1 m, soit 10.000 pieds à l'hectare, mais l'écartement optimum varie sans doute considérablement avec les variétés, le climat, le terrain et les conditions de culture ; de plus, dans le cas d'une mécanisation ~~complète~~, il faut tenir compte des engins utilisés.

Un écartement plus serré donne une couverture plus rapide du sol mais n'améliore pas forcément le rendement en racines, le rapport parties aériennes / racines varie, selon la densité, dans le sens inverse du rendement en tubercules.

d) Epoque de plantation

En Basse Côte d'Ivoire, la meilleure époque, en tout cas, celle qui assure les plus forts rendements est le début de la saison des pluies (mars-avril) ; cependant, les paysans plantent tout au long de l'année sauf pendant la période très sèche de décembre à février.

L'IRAT, dans la région Centre préconise deux époques, l'une au début de la saison des pluies, du 15 mars au 15 avril, l'autre après la petite saison sèche, entre le 15 août et le 15 septembre.

Le choix des époques de plantation conditionne les dates de récolte mais un étalement de ces dernières est relativement aisè si l'on emploie des variétés à cycles plus ou moins longs, et bien qu'il y ait un risque d'évolution qualitative, les tubercules peuvent rester un certain temps dans le sol lorsqu'elles sont arrivées à maturité.

. Végétation.

Le cycle de cette plante varie entre neuf et quatorze mois selon les variétés. Quelques maniocs hâtifs peuvent être récoltés au bout de six à sept mois mais les meilleurs rendements ne sont obtenus qu'après un an. Lorsqu'on l'utilise comme aliment frais, les tubercules de manioc sont normalement ramassés vers un an; après, elles deviennent fibreuses. Celles que l'on réserve à l'usinage atteignent leur pleine maturité au moment du ramassage, entre douze et dix huit mois.

La plante évolue selon un cycle comprenant plusieurs phases et qui suit le rythme des saisons. Après quelques jours de mise en terre, au début de la saison des pluies, la bouture émet ses premières racines sur les noeuds recouverts par le sol puis les yeux extérieurs donnent bientôt de minuscules feuilles.

Lorsqu'elle aura bien développé son système racinaire, la plante mettra pendant plusieurs mois toute son énergie à produire les feuilles nécessaires à l'accumulation de l'amidon dans les tubercules.

Selon la durée du cycle, les racines sont ramassées à la fin de cette période ou bien, la plante est laissée en sommeil (saison sèche) en attendant une deuxième poussée foliaire suivie d'une nouvelle accumulation de réserves (cycle de 18 mois).

. Remplacements.

Lorsque les pieds ont atteint une trentaine de centimètres, il est temps de remplacer les manquants, mais cette opération (trois journées de travail à l'hectare), n'est rentable que si on l'effectue à temps, avant que les plants bien partis ne fassent trop d'ombrage.

. Soins culturaux.

Le rendement en racines du manioc est influencé, entre autres facteurs, par les adventices qui, outre qu'elles entrent en compétition avec la culture pour l'espace, la lumière, le gaz carbonique, l'eau et les minéraux, servent de réservoirs de virus, de champignons, de bactéries, d'insectes...

Jusqu'à ce qu'il ait formé une couverture dense, il sera donc nécessaire de le désherber. Le premier sarclage pourra être fait mécaniquement, à la sarcleuse ou la billonneuse comme on l'a vu, avant la fin du premier mois. Ensuite, sarclages ou binages de saison sèche devront se faire à la daba (650 m² par homme et par jour).

L'emploi d'herbicides est possible. Il diminue le coût du désherbage et évite les passages répétés dans les cultures. Des essais au Vénézuéla avec COTORAN (3 kg/ha) et une triazine, le GESAPAX (2 kg/ha) ont donné de bons résultats. Au Mali et au Sénégal, le MCPA avec 2-4-D appliqués un jour avant le bouturage, à la Trinidad, le DIURON et l'ATRAZINE se sont montrés efficaces. Quand la tige est suffisamment aoûtée, on peut désherber au paraquat (grammoxone).

. Ecimage.

Cette opération qui consiste à étêter les jeunes plants de 50 à 60 cm qui n'ont pas encore ramifié, fortifie la tige principale, assied le pied qui résistera mieux au vent et couvre plus vite le terrain. Elle se fait à la main, à l'aide d'une écimeuse. Il serait intéressant d'étudier son intérêt économique.

On préconise parfois de ne laisser partir que deux tiges par bouture.

. Récolte.

La période de récolte dépend des variétés et de l'utilisation envisagée. Dans le cas d'une culture de rapport, elle doit être exactement estimée car prématurée ou tardive, elle peut occasionner une perte de fécule de 10 à 20 %. Au-delà de 20 mois, avec les maniocs à cycle long, on observe dans les racines une augmentation de la teneur en cellulose et souvent un début de pourrissement.

En principe, on peut commencer à ramasser lorsque les feuilles ont tendance à jaunir et à tomber.

Avant de déterrer les tubercules, on coupe la partie aérienne. L'extraction est très difficile lorsque le sol est sec et compact, surtout si les tubercules sont longs et enfoncés ; il n'est pas rare d'en sortir de plus de 80 cm.

. Rendements.

Les rendements varient considérablement avec les variétés (surface foliaire, orientation des lobes ...), le cycle cultural, l'espacement, la fumure, le sol, le climat, le moment de la récolte etc... La moyenne mondiale a été estimée récemment à environ huit tonnes et demi à l'hectare ; sur sol pauvre, elle peut très bien descendre à 3 T/ha. ou moins. En conditions industrielles, elle doit pouvoir se situer vers 30 T/ha, et en employant des variétés améliorées, elle pourrait atteindre 50 T/ha. (Voir Annexes II, III, IV)

Les chiffres ci-dessous, obtenus à Madagascar, cités par E.J. Kay, illustrent les résultats très variables que l'on peut attendre de cette culture, et aussi sa plasticité :

- Régions basses - climat relativement sec :
 - . variétés "locales" 7 à 8 T/ha.
 - . variétés améliorées 12 à 35 T/ha.
- Régions basses - climat humide :
 - . variétés "locales" 9 à 25 T/ha
 - . variétés améliorées 28 à 66 T/ha.
- Régions de moyenne altitude - 300 à 900 m. :
 - . variétés "locales" 4 à 20 T/ha.
 - . variétés améliorées 30 à 80 T/ha.
- Régions d'altitude - 900 à 1.300 m. :
 - . variétés "locales" 4 à 12 T/ha.
 - . variétés améliorées 12 à 25 T/ha.

L'annexe IV nous indique ceux obtenus en Côte d'Ivoire (ORSTOM-Adiopodoumé) dans de bonnes conditions culturales.

Mais il faut, dans l'évaluation des rendements, tenir compte des teneurs en matière sèche, en fécule (industrie) et en produits toxiques ⁽⁺⁾ (alimentation humaine). Le manioc utilisé dans les usines est payé en fonction de sa densité, mesurée par pesée hydrostatique à la balance à densité, à des barèmes différents.

.../...

(+) voir annexe IV A - B - C.

La teneur en fécule d'une variété peut changer dans le temps ; en général, elle est à son maximum un mois environ avant que les racines atteignent le leur en poids , en saison sèche, le taux de fécule est très élevé, malheureusement, à cette époque, l'arrachage est ardu.

Pour l'usinage, un taux de fécule supérieur à 27 % de la matière humide est considérée comme bon.

. Temps de travaux.

Le coût de mise en place d'une culture de manioc ne peut être évalué qu'après que soit déterminé le système de rotation et décidé si dans le schéma adopté, la sole fourragère serait pâturée ou non. Nous nous contenterons ici, de donner quelques indications sur les diverses opérations culturales en conditions rationnelles, mais sur surfaces réduites. En culture industrielle, les chiffres indiqués pour les façons mécanisées pourraient être très améliorées, sauf pour le défrichement et le travail manuel.

Travail manuel	Travail mécanisé	Journées MO/Ha.	Heures Tracteur à l'Hha	Tracteurs Outils
Débroussaillage } Abattage }		350		
Tronçonnage		280		Tronçonneuse
Débardage	Débardage	10	60	80 CV - câbles
Nivellement grossier	Rome Plow.	110	14	80 CV - Rome Plow.
Total défrichement		750	74	
Enfouissement	Rotobroyage ou Gyrobroyage		3	60 CV - Rotobroyeur
	ou derrière pueraria d'un an ou plus, 2 à 3 gyrobroyages		3	45 CV - Gyrobroyeur
	derrière végétation importante, Rotavator		4 à 6	45 CV - Gyrobroyeur
	Labour		4	60 CV - Rotavator
	Labour après forte végétation	8	5	60 CV Bi-soc
	Pulvérisage ou Roulage		8	60 CV Bi-soc
	Billonnage	12	2,5	45 CV Cover-Crop
			2	45 CV Croskill
			3	Daba
				45 CV Billonneuse
Total préparation du terrain		8 à 12	9 à 25	

(suite)

Travail manuel	Travail mécanisé	Journées mo/Ha	Heures Tracteur à 1 Hect.	Tracteurs, outils
Préparation bouture		3		
Bouturage		15		
Rayonnage		4	ou 2	Rayonneur
	Repiquage	3	2,5	Repiqueuse
Remplacements		3		
Total plantation		6 à 22	2 à 4,5	
Sarclage		18 x 2		Daba
Sarclage		8		Pulvérisation herbicide
	Sarclage		3 x 2	45 CV - sarcleuse
Récolte		70		
Récolte	Récolte (soulevage)	10	8	80 CV charrue
Evacuation des bois		25		
Total récolte, départ terrain		10 à 105	8	

C - AMELIORATIONS CULTURALES.. Mécanisation.

A l'heure actuelle, le manioc, à part le Togo, Madagascar, la Thaïlande, n'est produit que comme plante à usage alimentaire, le surplus seul faisant l'objet d'un marché, en employant des méthodes de culture simples et manuelles.

Des essais sporadiques de mécanisation ont été faits (Trinidad 1967), mais sans entraîner de changements dans les habitudes.

Pourtant, cette culture, de par son potentiel extraordinaire (certains auteurs envisagent des rendements de 80 T/ha) et les possibilités du marché devrait rentabiliser sa mécanisation :

.../...

- La préparation du terrain ne pose pas de problème particulier,
- La plantation peut être faite en se servant de machines similaires à celles que l'on emploie pour la canne à sucre, ou de repiqueuses, les boutures pouvant raisonnablement être raccourcies et, pourquoi pas, ramenées à un ou deux noeuds.
- Le billonnage se fait avec une billonneuse classique mais, effectué après la plantation, il risque d'abîmer les jeunes pousses et de trop les enterrer.
- Au cours des premiers mois, les désherbages peuvent se faire à la sarcleuse ou à la houe rotative à condition d'avoir prévu des écartements, et la hauteur des billons le cas échéant, de manière adéquate, à moins que l'on utilise des produits chimiques.
- Reste la récolte. Les variétés à haut rendement que l'on utilise de nos jours produisent des tubercules longs et profondément enfoncés, difficiles à récolter car les engins employés pour les déterrer les cassent ou en laissent en place surtout lorsque l'on n'a pas billonné.

Certains constructeurs, Massey Fergusson notamment, ont envisagé le problème. La récolte mécanique des tubercules suppose l'évacuation préalable de la partie aérienne, qui représente une masse considérable, à moins peut-être, de l'andainer à côté des rangs ou de l'émietter au rotobroyeur, puis de faire passer la pièce travaillant, souleveuse ou arracheuse, par dessous les tubercules les plus enterrés pour tout ramener à la surface du sol sans dommages. Ce travail de terrassement sera d'autant plus important et par conséquent onéreux, que les tubercules descendront en profondeur. Une fois arrachés, leur mise en tas et leur ramassage s'apparenteraient à ceux des betteraves, intégralement mécanisés depuis 30 ans en Europe.

De ce qui précède, on peut conclure que la solution dépend aussi de l'introduction de plantes à tubercules courts mais nombreux et à partie aérienne basse et peu branchue, ce que la génétique peut obtenir.

A Madagascar, le manioc est cultivé industriellement depuis 1930 dans de grands domaines. La récolte est partiellement mécanisée. Sur les cultures en billons, les racines sont soulevées par une sous-soleuse dont les ailes latérales sont allongées ; Le tracteur passe entre deux lignes en écrasant le bois tandis que les lames sous-soleuses ébranlent la terre et soulèvent les racines. Sur terrain à plat, le même travail est fait à la charrue, ce qui permet d'avoir, par la même occasion, un terrain labouré. Après passage de la sous-soleuse ou de la charrue, le ramassage des tubercules est fait à la main.

. Rotation.

Le système de jachère arbustive généralement employée par les paysans traditionnels (si le manioc ne précède pas une plantation de caféiers

.../...

ou de cacaoyers) permet à l'enracinement profond des arbustes de remonter au bout de quelques années les éléments minéraux qui ont été lessivés vers les horizons inférieurs tandis que la matière organique fournit l'humus nécessaire à la bonne conservation de l'eau et des éléments nutritifs. Le sol s'enrichit donc à nouveau. L'implantation de jachères plantées de courte durée pour remplacer les jachères forestières de longue durée, pourrait être envisagée. Elle permettrait un gain de temps et d'espace dans les régions très peuplées et éviterait peut-être les envahissements d'adventices, *Eupatorium*, *odoratum* en particulier.

Dans le cas d'une culture de rapport, la rotation du manioc avec des espèces adaptées à la région envisagée apparaît comme une solution au problème de l'appauvrissement du sol par cette plante épuisante et au cycle long. Ce système évite les déséquilibres et puise les éléments à différents niveaux. Mais cette solution au maintien des rendements n'est que partielle car une succession de cultures différentes sans apports extérieurs appauvrit aussi le sol. Elle présente cependant l'avantage de maintenir les adventices à un niveau assez bas et d'éviter la prolifération des insectes et des champignons que l'on observe sur les cultures continues.

De nombreuses combinaisons peuvent être considérées selon les régions et les préoccupations (association ou non d'un élevage...) mais il est impossible de ne pas envisager une restitution, même partielle, des exportations, donc d'inclure une sole d'engrais verts dans la rotation. La sole peut prendre la forme d'une culture fourragère de graminées ou de légumineuses, associées ou pures, pâturée ⁽⁺⁾ ou non par un troupeau, lequel en la rentabilisant (mais il importe de déterminer soigneusement les investissements et la forme d'élevage envisagés : engraissement ?...), la transformerait en fumier. Evidemment, l'idéal serait que les revenus provenant de cette jachère, comme des autres parties de l'assolement, soient supérieurs aux frais mais cela est douteux car la durée de son utilisation comme source d'affouragement serait trop courte.

Par contre, en conditions climatiques favorables, l'introduction d'un ou même deux cycles de maïs paraît avantageuse, d'autant plus que les ré-
.../...

(+) On a montré (Fodder 65. A. Septembre 1965), qu'il y a intérêt à faire pâturer une jachère pour obtenir ensuite de bonnes cultures arables.

sidus de récolte peuvent être enfouis. A la place du deuxième maïs, une légumineuse commercialisable (niébé ?) serait aussi indiquée.

A Madagascar, engrais verts enfouis (*Crotalaria juncea*, *Vigna sinensis* ...) et manioc se succèdent mais on apporte en plus 30 à 50 tonnes de fumier. Au Burundi, la fumure organique est apportée sur la sole par un Krae-^{de}lage s'opérant 18 à 20 heures le soir et de 6 à 9 heures le matin, pendant 10 mois à raison de 1 tête de zébu pour 10 ares de future extension ; l'émiettement des bouses a lieu tous les deux jours.

En terrain vallonné, les différentes soles pourraient épouser les courbes de niveau.

. Inter-Plantation, cultures mixtes.

En Thaïlande, le manioc est parfois planté entre les lignes de jeunes cocotiers puis éliminé après la récolte ; on pourrait envisager la même opération, sur terrain plat, avec le palmier à huile ou l'hévéa, encore que la plante de couverture soit maintenant universellement utilisée.

Les cultures coutumières sont le plus souvent mixtes, le manioc se trouvant associé à quelques pieds de tomates, aubergines, gombo, maïs et même ignames en fin de cycle. Cette méthode améliore la couverture du sol, évite mauvaises herbes et maladies et n'épuise pas plus le sol qu'une culture pure puisque chaque plante trouve ses aliments à des profondeurs différentes. Elle a l'avantage d'être d'un meilleur rapport.

Les essais concernant son association avec des céréales seules ont donné des résultats médiocres.

. Fumure.

Bien que la classification du manioc comme plante épuisante ne fasse plus l'unanimité (certains pensent que les méthodes culturales employées jusque là et les terrains sur lesquels on cultive souvent cette plante, sont les véritables raisons de cette réputation), les récoltes exportent une quantité considérable d'éléments et de matière verte, par exemple, dans de bonnes conditions, une récolte de 50 tonnes de racines, portées par 40 tonnes de bois,

enlève approximativement par hectare :

	Racines	Bois	Total
N	85 kg	200	285
P2 O5	62 kg	70	132
K2 O	280 kg	180	460
Ca O	75 kg	150	225

Il faut donc maintenir la fertilité du sol tout en gardant des rendements élevés en :

- enfouissant les résidus de récoltes même si, après le cycle de manioc surtout, cela doit occasionner des repousses. Le passage d'un rotobroyeur avant le labour éliminerait pratiquement ce risque.
- intercalant dans l'assolement un engrais vert, légumineuse de préférence, encore que l'on doive tenir compte de la facilité avec laquelle on pourra l'enfouir. En Basse Côte, la reprise d'une jachère de Stylosanthes ou de Pueraria coûte cher.
- utilisant du fumier de ferme. Trente tonnes de fumier nous ont permis d'obtenir, sans aucun engrais, quarante tonnes de tubercules avec certaines variétés à Adiopodoumé.
- utilisant des engrais minéraux. Les formules doivent être testées car les besoins varient avec les régions et les conditions culturelles. Dans l'état actuel des choses, il est prépondérant d'étudier à quel seuil, l'augmentation de rendement qu'ils induisent, ne couvre plus le coût des produits.

D'une manière générale, les plantes à tubercules ont besoin de Potasse, l'Azote profitant au feuillage, qui ne doit d'ailleurs pas être exubérant, d'où la nécessité de bien doser cet élément. Les besoins en Phosphore semblent varier considérablement d'une région à l'autre. Il peut avoir un effet dépressif (C.S. OFORI Ghana).

L'Azote, Sulfate d'Ammoniaque, Cyanamide de Calcium, sera mise au début de la végétation mais de trop fortes doses, en accélérant la pousse, augmentent les risques de casse par le vent ou les pluies.

Une fumure mixte, organique et minérale, permet au sol de conserver sa teneur en humus et de ne pas se compacter et apporte à la plante les éléments dont elle a besoin.

Le diagnostic foliaire peut être utile pour mettre au point une ~~sure~~ ou déceler des carences.

. Greffage.

D'après de Bruijn et Dharmaputra, en Indonésie, le greffage par approche de *Manihot Glaziovii* sur des pieds de *Manihot esculenta*, accroîtrait considérablement la production en tubercules, jusqu'à 100 % pour certaines variétés. Il reste à savoir si les caractéristiques chimiques et la teneur en matière sèche des tubercules restent corrects.

. Irrigation.

L'introduction de techniques nouvelles doit avoir pour corollaire d'abaisser le prix de revient d'une culture en augmentant suffisamment son rendement. Aussi est-il prématuré d'envisager la possibilité de conduire le manioc en irrigation car, à notre connaissance, pratiquement aucune recherche n'a été consentie, jusqu'à présent, concernant les besoins en eau.

La Bioclimatologie s'est penchée surtout sur les espèces européennes ou faisant l'objet, sous les Tropiques, de cultures industrielles. Certains chercheurs commencent cependant à s'intéresser au couvert du manioc et à la formation de l'amidon, mais nous ne connaissons pas de travaux sur ses exigences en eau. Les seules notions **actuelles**, souvent empiriques, concernent ses besoins au démarrage, l'effet néfaste de l'engorgement des sols, l'arrêt relatif de la végétation en saison sèche, la diminution de la teneur en fécule des tubercules si l'on récolte en saison des pluies et par contre l'élévation du taux de H C N avec l'humidité.

Pendant la période de démarrage, après repiquage, les quantités d'eau à apporter, si l'on décidait d'irriguer, seraient fonction du sol. A Adiopodoumé, sur sol sableux, il faut arroser souvent et peu. Ensuite, comme pour toute culture, dose et fréquence dépendraient des besoins de la plante d'une part, fonction de son stade végétatif, de sa santé (on sait peu de choses sur ces deux derniers points) et de l'évapotranspiration potentielle (E T P), grandeur climatique que l'on peut évaluer, et d'autre part, de la nature du sol et de la profondeur de l'enracinement.

Si cette pratique n'avait pas d'effet négatif sur la teneur en matière sèche et le taux d'amidon des tubercules, l'état phytosanitaire et les possibilités de mécanisation de la culture, elle aurait bien des chances de

.../...

s'avérer rentable.

CONSERVATION.

Une fois récoltés, les tubercules (réaction physiologique, action de pourritures et bactéries) se détériorent rapidement et ne peuvent être stockés beaucoup plus de 48 heures.

Leur conservation est donc un problème fondamental. Les exploitants traditionnels résolvent le problème en laissant le produit dans le sol pour le consommer au fur et à mesure des besoins. Mais ce système qui immobilise le sol sans contre-partie, ne peut être envisagé dans le cadre d'une exploitation rationnelle. La solution consistant à planter de petites quantités à la fois, se heurte aux problèmes des saisons et d'accroissement des charges. Plus intéressante paraît être la possibilité d'utiliser des variétés à cycles différents (de 5 à 18 mois), si elles présentent des caractères agronomiques, alimentaires et technologiques corrects.

En ce qui concerne le stockage proprement dit, des traitements fongicides ou la mise en silos recouverts de paille ou de terre peuvent allonger le temps de conservation des tubercules. Cependant, le meilleur système, bien qu'onéreux, est la réfrigération à 2°C. Elle permettrait de conserver le produit en bon état pendant six mois.

La conservation du manioc découpé et séché, dans l'attente de sa transformation définitive, est beaucoup plus aisée.

ENNEMIS.

- Petits mammifères.

Rats, agoutis (un aulocode, le *Thryonomys Swinderanus.*), singes, porcs et écureuils sont friands de manioc. Les paysans s'en défendent en les

.../...

piégeant ou en plantant des variétés amères en bordures de leurs champs, souvent clôturés de haies de branchages.

- Insectes et acariens.

A part le "Criquet puant" qui mange les feuilles en saison sèche et peut-être dangereux certaines années, les insectes, en Côte d'Ivoire notamment, n'ont pas d'incidence grave sur la végétation et les rendements du manioc.

Certains acariens peuvent, par contre, l'affaiblir sérieusement.

- Maladies.

Les maladies cryptogamiques n'ont pas, en général, d'effets pratiques notoires. Cependant :

- . la tavelure des feuilles (*cercospora henningsii*), que l'on note surtout sur les maniocs doux, peut provoquer une défoliation dangereuse en saison sèche. Elle est facilement jugulée par des traitements à la bouillie bordelaise,

- . au Ghana, *Fomes lignosus*, pourriture blanche des racines, cause 20 % de perte sinon plus,

- . le Die back (*Glomerella manihotis*) provoque la nécrose des branchettes,

- . l'antrachnose (dessèchement de rameaux) n'est pas rare,

- . l'excès d'humidité et surtout l'eau stagnante ou le mauvais drainage peuvent être cause de pourritures des racines,

- . *Fusarium theobromae*, qui s'attaque au collet et à la tige, et de nombreux parasite de faiblesse, ainsi qu'une bactérie *Xanthomonas manihoti* peuvent diminuer la vigueur des plants.

- . Parmi les raisons de la mauvaise conservation des racines ramassées, les pourritures et notamment celle causée par *Botryodiplodia theobromae*, tiennent une bonne place.

Bien plus graves sont les conséquences d'une maladie à virus,

- . La mosaïque du Manioc, causée par le virus à raies brunes du manioc et transmise par la "Mouche blanche" (*Bemisia tabaci* ou *Bemisia nigeriensis*), qui attaque les feuilles et leur donne une apparence particulière : elles deviennent marbrées de taches irrégulières, pâles ou sombres, infestées de virus.

.../...

Bientôt, l'infection cause un rabougrissement qui les fait paraître recroquevillées et plus petites que les autres. Les rendements en tubercules en sont fortement compromis (de 15 à 85 %).

Pour le moment, on n'a pas découvert de remède. Peut-être un jour produira-t-on un anti-sérum? La seule défense que l'on ait est d'employer des variétés "résistantes"; d'utiliser des boutures prises sur des pieds relativement sains, de brûler les pieds très malades. On lutte aussi contre le vecteur par pulvérisations d'insecticides.

On a dit que la multiplication systématique par boutures a amené les variétés Ouest-africaines à perdre leur vigueur et à moins bien résister à la mosaïque. On en a l'illustration sur la collection de l'ORSTOM où les variétés moins résistantes à l'origine sont maintenant très malades et les plus résistantes, atteintes plus ou moins gravement. Les variétés résistantes que l'on découvre régulièrement à travers le monde, s'avèrent sensibles avec le temps.

Des conditions de culture rationnelles devraient diminuer la virulence de la maladie et notamment les changements de parcelle à la fin de chaque cycle.

- Nématodes.

Les nématodes (*Heliocotylenchus erthrinea* au Togo, *Meloidogyne incognita* dans l'Ouest Africain et notamment en Côte d'Ivoire, *Pratylenchus brachyus*), peuvent causer des dégâts s'ils ne sont pas contrôlés par le retournement périodique du sol et la rotation des cultures. (Voir annexe VI, communication de M. R. Fortuner, ORSTOM, Adiopodoumé, laboratoire de Nématologie).

CONCLUSION.

Le manioc, nous l'avons vu, joue un rôle considérable, malgré son faible taux de protéine, dans l'alimentation humaine (en Côte d'Ivoire, plus particulièrement dans le Sud) et sa demande en tant que denrée immédiatement consommable, ne fera que croître. C'est aussi une source potentielle peu ex-

plorée jusqu'à ces dernières années, pour l'alimentation animale et l'industrie de transformation.

Pour répondre à ces besoins, il faudrait envisager une évolution des systèmes de production traditionnels de manière à l'augmenter en améliorant les rendements, surtout autour des villes où l'espace se fait rare, et l'introduction de plantations intensives dans le cadre d'assolements comportant une sole pâturée ou non de graminées ou légumineuses, restituée en tout ou partie.

La mécanisation intégrale, récolte comprise, de la culture du manioc, ne pourra être envisagée qu'à partir de variétés qui s'y prêtent.

Enfin, de grands progrès devront être faits dans la lutte contre la mosaïque et pour le stockage des tubercules frais.



ANNEXE I -NOMS EMPLOYES DANS LES PRINCIPAUX PAYS PRODUCTEURSPOUR DESIGNER LE MANIOC.

(d'après KAY D.E. - Root Crops, London - 1973)

Aipi, Aipim ubi (Brésil), Bafifanapaka (Madg), Brazilian arrow-root, Cassada (é) (Afr.), Guacamote (Mex.), Kamoteng, Kahoy (Philipp.), Kaspé (Indon.), Kelala (Ind.), Ketalla (Bresil), Khoaimi (Viet.), Kute (Tog.), Macasciera, Mandioca (Bres.), Mamlong cheu (Camb.), Mandioko (Gam.), Mangahazo (Mal.), Manoco (P.Rico), Mayaca (Zar), Obi Kajoe (Indon.), Ramu (Am. Lat.), San (Viet.N.), Tentu Neskok (Philipp.), Ubi Kayu (Mal.), Ubi Sing Kond (Ind.), Yantia, Yuca (Am. du S.).

° °
°

ANNEKE II.

LISTE DES VARIETES DE LA COLLECTION
DU SERVICE D'EXPERIMENTATION BIOLOGIQUE DE L'ORSTOM ADIOPODOUME

(Moyenne en tonnes/hectares des rendements de
deux années consécutives. Récolte à 12 mois).

COTE D'IVOIRE

MO 73	38,4 T/Ha
MO 74	30,9
MO 75	31,1
MO 76	30,1
MO 77	23,1
Agba Baoulé	17,8
Tabouca	35,1
Agba Boquié	17,2
Agba Kokoré	12,4
Yagolo Gbéri	18,2
Agba Kangba	21,7
Magnaclé	19,4A
Assinié	31,3
Agba Frondo	13,6
Kokossokro	26,3
Agba Koumassi	34,7
Boké	22,7
Agba Kpouka	7,2
Nani Taflègma	25,5
Tiegba	18,8
Givunga Nana	14,7
MO 91	24,8
Bapou II	5,9
MO 93	20,3
Gbadjara	22,8
Kototou	25,7

MADAGASCAR

II Vassirouhna	22,5
----------------	------

TOGO

Goula	20,5
Kalaba Akpagou	20,1
Kalaba	29,8
Attitogon	14,1
Kataoli	34,2
Séko	22,6
Touyé	18,6
Sodjiavi	22,8
Kpédévikouté	24,4
Gbékéré	53,0

REPUBLIQUE CENTRE-AFRICAINE (BOUKOKO)

B1	35,1 T/Ha.
B2	27,3
B3	43,5
B4	31,6
B6	23,6
B7	25,5
B9	18,1
B10	22,0
B12	18,8
B13	34,2
B15	42,6
B17	34,2
B19	31,9
B21	25,1
B23	21,0
B25	43,6
B26	36,8
B27	25,5
B28	34,2
B30	48,9
B32	20,1
B33	24,0
B34	24,7
B35	16,8
B36	16,3
B38	37,1
B39	35,5
B42	26,1
B43	12,7
B44	27,1
B45	20,0
B49	37,1
B51	16,3

Fumure. 30 T/Ha de fumier au labour. Pas d'engrais.

Départements	1 9 6 5	1 9 6 9		1 9 7 0		
	Production (T)	Superficie récoltée (ha)	Production (T)	Superficie récoltée (ha)	Production (T)	Rendement T/Ha.
ANGOUROU	10.000	3.000	18.000	3.000	18.000	6,0
BOUJAN	141.300	30.000	150.000	31.000	156.000	5,0
BOUSSO	25.500	6.700	26.800	7.000	28.000	4,0
BOUPE	15.000	3.300	16.500	3.500	17.500	5,0
BOUVILLE	13.500	2.100	10.500	2.000	10.000	5,0
BOUKOUMA	6.700	3.700	6.300	3.500	6.000	1,7
BOUDOUKOU	14.500	8.700	14.800	9.000	15.000	1,7
BOUAFLE	10.000	6.200	12.400	6.000	12.000	2,0
BOUAKE	37.000	12.100	48.400	13.000	52.000	4,0
BOINDIALI	4.900	1.900	2.800	1.000	1.500	1,5
BOLOA	10.000	5.000	10.000	5.000	10.000	2,0
BOUANE	43.900	19.400	40.900	20.000	42.000	2,1
BOUBOKRO	25.500	8.000	32.000	8.000	32.000	4,0
BOVO	28.000	9.300	37.200	9.500	38.000	4,0
BOUKESSEDOUGOU	3.200	1.200	1.800	1.000	1.500	1,5
BOUO	10.000	6.000	12.000	6.000	12.000	2,0
BOUGLO	11.400	4.800	10.800	3.000	11.500	2,3
BOUOLA	13.000	3.800	7.600	3.000	6.000	2,0
BOUHOGO	3.900	1.500	2.200	1.500	2.000	1,5
BOUN	23.200	6.800	21.900	7.000	22.000	3,2
BOUENNE	12.000	2.000	4.000	2.000	4.000	2,0
BOUSSANDRA	16.500	4.300	21.500	4.500	23.000	5,0
BOUELA	13.500	8.700	14.800	6.500	13.000	2,0
BOUEA	7.500	5.300	9.000	5.000	8.000	1,6
TOTAL	500.000	163.800	532.200	163.000	540.000	M. 3,3

ESTIMATION PAR DEPARTEMENT DE LA PRODUCTION DE MANIOC.

STATISTIQUES AGRICOLES. DIRECTION DE LA DOCUMENTATION ET DES STATISTIQUES RURALES

MINISTERE DE L'AGRICULTURE. 1970.

ANNEXE IV --A. RENDEMENT EN FECULE DE TUBERCULES DE LA COLLECTION DE
MANIOC DE L'ORSTOM

(MIEGE 1957). ORSTOM Adiopodoumé. 13 mois de végétation. Arrachage juin.
Fumure : 30 T/Ha de fumier au labour.

VARIETES	Rt FRAIS/Ha.	TENEUR EN FECULE	Rt FECULE / Ha.
B 17	27,6 T/ha	24,6 %	6,6 T/Ha
B 25	25,5 "	16,0 %	4,1 "
B 33	40,0 "	20,5 %	8,2 "
B 39	30,5 "	19,0 %	6,5 "
B 42	31,4 "	19,6 %	6,5 "
B 49	38,3 "	21,0 %	7,8 "
TABOUCA	23,6 "	23,2 %	6,6 "

B. TENEURS EN MATIERE SECHE ET EN AMIDON/MATIERE HUMIDE

(Note sur la culture du Manioc en Côte d'Ivoire -- IRAT C.I.). 10 mois et 15 mois
de végétation. Arrachages février et juillet 1971. (Bouaké).

VARIETES	% MATIERE SECHE		% AMIDON / MATIERE HUMIDE	
	10 mois	15 mois	10 mois	15 mois
H 53	37,0	31,2	32,1	27,2
H 57	37,0	36,4	29,7	32,2
C B	35,1	33,5	30,0	29,0
H 45	37,6	33,9	30,3	28,2
H 58	39,1	36,0	33,6	31,7

ANNEXE IV (Suite).C - TENEURS EN MATIERE AZOTEE ET ACIDE CYANHYDRIQUE DE
MANIOCS DE COTE D'IVOIRE

(VOISIN - 1954. ORSTOM Adiopodoumé).

Manioc de 10 mois.

VARIETES	N $\frac{\circ}{\infty}$ MATIERE SECHE	mg H C N % TUB FRAIS
YOFOLO GBERI	10,6	13,2
GUEBI	10,2	5,5
AGBO KOKOLA	9,1	36,2
AGBA OFOUE	7,4	5,9
AGBA KOKORE	7,3	7,0
AGBA BAOULE	5,5	15,5
TABOUCA	5,3	9,1
AGBA KPOUKA	5,1	14,6
KOKOSSOKRO	5,0	13,2
AGBA KANGBA	5,0	10,4
AGBA FRONDO	4,7	10,1
MANI TAFLEMA	4,4	11,8
MAGNACLE	4,1	28,5
AGBA BOQUIA	4,0	29,2
AGBA KOU MASSI	3,9	25,6
AGBA BLE	2,7	17,7

° °
°

ANNEXE V --

RACINES, BULBES, TUBERCULES.

D'Après J. LEON. Proper terminology applied to tuber and root crops. Tropical Roots and Tuber Crops Newsletter. 4 - 1971.

On note souvent une confusion dans le concept et l'usage des termes relatifs aux organes de stockage des plantes à racines et tubercules. On utilise indistinctement, et souvent dans un sens impropre, les termes "racines", "bulbes", "tubercules" et "stolon".

Le bulbe de Canna, de Tarot... est une tige souterraine présentant des noeuds, des racines et des feuilles en forme de petites écailles. Elle croît par l'apex d'où partent tige et feuilles aériennes. Intérieurement, il comprend deux parties principales, un cortex externe et un cylindre central, avec une séparation plus ou moins visible, contenant chacun des tissus de stockage.

L'oignon est un bourgeon modifié dans lequel une grande partie est occupée par des feuilles hypertrophiées.

La racine tubéreuse que l'on trouve chez le manioc et la patate douce, est une véritable racine occupée pour une grande part par des tissus de stockage. Son apparence extérieure est celle de n'importe quelle racine ; on ne trouve pas de noeuds ou de feuilles mais des radicelles. A l'intérieur, elle en présente l'aspect anatomique habituel, mais les cellules parenchymateuses sont pleines d'amidon. Les tissus de réserve peuvent s'étendre à la partie basse du système aérien qui s'élargit.

Parmi les plantes ainsi dénommées, on trouve aussi le radis, la carotte, la betterave, le chou-fleur, ... dont la partie utile est formée surtout par la racine surmontée de tissus originaires de l'hypocotyle, donc de la tige. La plupart du temps, la section de l'hypocotyle croît au-dessus du sol, mais elle ne peut être distinguée des tissus racinaires. A l'intérieur, il est encore plus malaisé de les différencier à l'oeil nu bien qu'elles soient très différentes dans leur structure anatomique.

.../...

Sous le terme rhyzome, on trouve plusieurs types de tiges souterraines plagiotropiques, à croissance sympodiale, généralement dorsiventrales, un côté produisant les racines et l'autre les pousses aériennes feuillues.

Chez beaucoup de rhyzomes, la fonction de stockage est d'importance secondaire. Ce sont alors des organes permanents destinés à sauvegarder la plante lorsque le système aérien dépérit.

Les stolons, très proches des rhizomes, sont des branches latérales partant des aisselles du système aérien pour croître, minces et longues, sur le sol et produire de nouvelles pousses, ou de fines tiges rassemblant les tubercules (cas de la pomme de terre, par exemple) à la tige principale.

La grande majorité des auteurs considèrent que les tubercules sont des organes de stockage spéciaux, souvent le premier internoeud gonflé d'une tige latérale souterraine. La structure nodale, qui les différencie des racines, est souvent difficile à déterminer car les tissus gonflés peuvent modifier l'apparence extérieure des noeuds. La pomme de terre appartient à cette sorte de tiges gonflées, avec un grand nombre de bourgeons à l'extrémité apicale, de même que la plupart des ignames, chez lesquelles le premier internoeud est divisé comme les doigts de la main. Leur structure interne varie avec les familles. La tige qui relie tubercule et tige principale, qu'on appelle stolon ou rhizome, montre une structure vasculaire similaire à celle du tubercule auquel elle est attachée.

° °
°

ANNEXE VI -COMPOSITION CHIMIQUE DES TUBERCULES DE MANIOC

De même que pour l'igname ou d'autres plantes à tubercule, l'élément principal du manioc est l'amidon, pauvre en cellulose. Il est malheureusement quatre fois moins riche en protéine que l'igname. Le poids sec des tubercules varie entre 30 et 40 % ; leur composition chimique (d'après M. UFER, Rome, 1974) donne une idée de leur valeur alimentaire :

Eau	600 - 700 g.
Hydrates de carbone	320 - 350 g.
Matières protéiques	7 - 12 g.
Matières grasses	0 - 3 g.
Matières minérales	6 - 8 g.
Phosphore	500 - 530 mg.
Calcium	250 - 330 mg.
Iron	5 - 10 mg.
Vitamines A	0 - Traces UI
Vitamines B ₁	0,2 - 0,7 mg.
Riboflavine	0,3 - 1 mg.
Niacine	6 mg.
Vitamines C	300 - 400 mg.
Energie calorique	1.310 - 1.460 calories.

° °
°

ANNEXE VII -

LES NEMATODES DU MANIOC. (Communication de R. Fortuner, Laboratoire de Nématologie, ORSTOM Adiopodoumé).

Les quelques articles publiés donnent simplement la liste des nématodes de cette culture en Afrique. Le manioc produit artisanalement dans de petites parcelles, ne supporte pratiquement aucun nématode, sauf si des légumes comme l'aubergine lui sont associés. Il peut alors se produire des attaques de *Meloidogyne* (nématode galligène).

Une culture industrielle installée au Togo pendant plusieurs années a permis le développement de fortes populations de *Pratylenchus brachyurus*. Des essais de traitement chimique ont permis une augmentation de rendement de 7,2 %. Ce gain aurait sans doute été plus notable si les champs avaient été fertilisés.

Rotylenchulus reniformis a été signalé sur manioc au Ghana. Ce nématode existe en fortes populations au S.E.B. d'Adiopodoumé. Il fait des dégâts probablement importants sur de nombreuses plantes cultivées : légumes, ananas, cotonnier, etc...

D'autres espèces ont également été signalées associées au manioc : *Scutellonema bradys* (grave parasite de l'igname), *Helicotylenchus*, *Criconemoides*, mais on ne sait rien de leur pathogénie.

° °
°

ANNEXE VIII -

LES PRINCIPAUX CENTRES DE RECHERCHE AGRONOMIQUE
SUR LE MANIOC.

- Applied Scientific Research Corporation of Thailand (A.S.R.C.T.). Essais variétaux.
- Brazilian National Agriculture Research Institution (EMBRAPA).
- Brawijaya Un. Faculté d'Agriculture. Malang. Indonésie. Rendement
- Central Tuber Crops Research Institute. Trivandrum. Inde. Obtention par croisement de clones à haut rendement et résistant à la virose. Essais agronomiques.
- Comissao Nacional da Mandioca (Brésil), qui dépend du Ministère de l'Agriculture, coordonne les essais variétaux ou de fertilisation de nombreux organismes (Université de Bahia, Instituto Agronomico de Campinas, ainsi que des expérimentations concernant l'utilisation du fourrage comme aliment du bétail.
- Division de recherche sur les cultures (Malaisie). Essais variétaux et de fertilisation. Utilisation du feuillage comme aliment fourrager.
- Indian grassland and Fodder Research Institute. Jhansi, Inde. Génétique.
- Institut National de la Recherche Agronomique (I N R A). Station d'amélioration des plantes. Petit-Bourg. Guadeloupe.
- International Center for Tropical Agriculture (C I A T). Cali. Columbia. Le plus grand centre mondial de recherche concernant la production (neuf disciplines). Plus de 3.000 variétés en collection. Multiplication, croisements, rendements, fumure, conditions de culture.
- International Institute of Tropical Agriculture (I I T A), Ibadan. Nigéria. Vaste programme de recherche sur le Manioc (croisement, entomologie, pathologie.
- International Development Research Center (I D R C) Ottawa, Canada. Informations

- International Society for Tropical Root Crops.
- Malaysian Agricultural Research Development Institute (M A R D I). Essais variétaux et de fumure.
- Root Crops Information Center. London. G.B. Information.
- Station de Recherche de Ragone (Thaïlande). Dépend du Ministère de l'Agriculture. Essais de fertilisation.
- Tropical Products Institute. London. Grande Bretagne. Publications.
- U S D A - Federal Experiment Station. Mayaguez. Puerto Rico. Collection.
- Un. West Indies. Faculté d'Agriculture. St Augustine, Trinidad et Tobago. Rendements. Stockage.

° °
°

B I B L I O G R A P H I E

Les références bibliographiques ont été classées par thèmes, comme suit :

- I - ASPECTS GÉNÉRAUX
- II - BIOLOGIE TOXICITE.
- III - BOTANIQUE.
- IV - CONSERVATION
- V - CULTURE (Techniques culturales)
- VI - FUMURE.
- VII - MALADIES ET ENNEMIS.
- VIII - MALHERBOLOGIE.
- IX - MECANISATION.
- X - RECHERCHE - AMÉLIORATION.
- XI - RENDEMENTS.
- XII - TENEUR EN FÉCULE.

I - ASPECTS GÉNÉRAUX.

- ALBUQUERQUE M. (de) - 1972 - Estado actual da Mandioca na Amazonia. Trop. Root and Tuber Crops, Newsletter 5. Mayaguez P. Rico, 23-27.
- ARRAUDEAU M. - 1967 - Cassava in the Malaygasy Republic. Proc. 1st Int. Symp. Tropical Root Crops. P. 180-184.
- BUSSON - 1965 - Plantes alimentaires de l'Ouest Africain. Min. de la Coop. Paris.
- CHAN SEAK KHEN - 1969 - Notes on the growing of cassava at Serdang. Proc. Conf. Crop Diversification Malaysia p. 139-148. Kuala Lumpur. Yau Seng Press.
- CIAT - 1971 - World Cassava production trends 1948-1969. CIAT, Cali, Columbia.
- CONGRES DU MANIOC - Institut Colonial de Marseille - 1946.
- COURS G. - 1950 - Le manioc à Madagascar. Thèse de Doctorat. Fac. Sc. Un. Paris.
- DARZIEL J.M. - 1955 - The useful plants of Tropical Africa.
- DELGADO E. - 1970 - El cultivo de la yuca en el Peru (M. esculenta Crantz). Ministerio de Agricultura. Peru.
- DOKU E.V. - 1969 - Cassava in Ghana. Accra University Press. 44 p. .../...

- DUFURNET R. et GOARIN P. - 1957 - Note sur la culture du manioc à Madagascar. Riz et Riziculture (1er trim. 1957). p. 15 à 37 -
- DULONG R. - 1971 - Le manioc à Madagascar - Agron. Trop. Nogent 26 (8) p. 791-829
- GREENSTREET VR, LAMBOURNE J. - 1933 - Tapioca in Malaya. - Dept. Agri. Str. Settle Fed Malay States, Gen. Ser. 13 p. 76.
- HAYNES P.H. - 1974 - Tropical root crops : a modern perspective - Spar 17 (3) - 116-118.
- HEDIN L. - 1931 - La culture du manioc en Côte d'Ivoire. Rev. Botan. Appl. IX, 311-316. - 1923 - Rev. Botan. Appl. XI, 558-563.
- HENAIN A.E., CENOZ H.M. - 1971 - La Mandioca (Manihot esculenta Crantz). N° 12 Un. Nac. Nordeste, Corrientes, Argentina, 661 pp.
- I D R C - 1974 - Sassava, processing and storage. IDRC 31 Ottawa.
- INGRAM J.S. - 1970 - Selected bibliography on cassava. Trop. Prod. Inst. Rep. 35 p.
- INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TROPICAL ROOT CROPS - 1967 (juin) - World Crops. p. 65-75.
- IRVINE F.R. - 1944 - A text book of West African agriculture, soils and crops. Oxford Un. Press.
- IRVINE F.R. - 1969 - West African Agriculture. Cassava (M. utilisissima Pohl). Oxford University Press, London 153-159.
- I R A T - Mars 1972 - Note sur la culture du manioc en Côte d'Ivoire
- JENNINGS D.L. - 1970 - Cassava in Africa. Fld Crop Abstr. 23 (3) p. 271-278.
- JONES W.O. - 1959 - Manioc in Africa. Stanford, California. Stanford University Press - 315 p.
- KAY, D.E. - 1973 - Root Crops. Tropical Products Institute. 245 p.
- KOENS A.J. et BOLHUIS G.G. - 1948 - Knolgewassen : cassava. De Landbouw in den Indische Archipel (Agriculture dans l'archipel indonésien). NV UW van Hoeve. 905 p.
- MARASSI A. - La manioca in Costa d'Avorio.
- MARTIN F.W. - 1970 - Cassava in the world of to-morrow. Proc. 2nd Int. Symp. Trop. Root and Tuber Crops p. 53-57.
- MICH C. - 1971 - Root and tuber crops in West Africa. Seminar IITA, Ibadan, Nigeria. Feb. 1971
- MIEGE J. - 1954 - Les cultures vivrières en Afrique Occidentale. Etude de leur répartition géographique, particulièrement en Côte d'Ivoire. Les cahiers d'Outre Mer, t.VII, 25-30.
- MONIALDO A. - 1967 - Bibliographia de raices y tuberculos tropicales. Revta Fac. Agric. Univ. Cent Venez.

- OKE O.L. - 1968 - Cassava as food in Nigeria. *Wld Rev. Nutr. Diet.* 9 - p. 227-250.
- PYNAERT L. - 1951 - *Le Manioc*. Dir. Agric. Min. Col. Bruxelles
- TRUMAN P. PHILLIPS - 1974 - Cassava utilisation and potential markets. IDRC O20 - Ottawa. 183 p.
- VRIES C.A. (de), FERWEDA J.D., FLACH M. - 1967 - Choice of food crops in relation to actual and potential production in tropics. *Neth. J. Agr. Sci.* 15 241-248.

II - BIOLOGIE - TOXICITE.

- ADRIAENS L. - 1946 - Contribution à l'étude de la toxicité du manioc du Congo Belge. *Mem. Inst. Roy. Col. Bge XIII.* 4.
- BOLHUIS, G.G. - 1966 - Influence of length of illumination period on root formation in cassava. *Nether. J. Agric. Sci.* - p. 251-254.
- BOLHUIS, G.G. - 1954 - The toxicity of cassava roots. *Nether. J. Agric. Sci.* 2 - p. 176-185.
- BRULIJN G.H. (de) - 1971 - Etude du caractère cyanogénétique du manioc (*M. esculenta* Cranz). Thèse Wageningen : H. Veenman and Zonen, N.V. 140 p.
- COLLENS A.E. - 1915 - Bitter and sweet cassava. Hydrocyanic acid contents. *Bull. Dep. Agric. Trin. Tobago* 14 - 54 - 56.
- DIDIER DE SAINT AMAND J. - 1960 - Etude de la teneur en hétéroside cyanogénétique des variétés de manioc cultivées sur les Hauts Plateaux de Madagascar. *Rapport ORSTOM - Paris.* 59 p.
- HART R.D. et CRANKSHAW W.B. - 1969 - The influence of environmental factors on the concentration of hydrocyanic acid in *Manihot exulenta*. *Proc. Indiana Acad. Sci.* 79 - 136.
- INDIRA P, SINHA SK. - 1970 - Studies on the initiation and development of tubers in *Manihot esculenta* Crantz. *Indiana J. of Plant Phys.* 13 (1) p.24-39.
- JOHNSON, R.M. et RAYMOND W.D. - 1965 - The chemical composition of some tropical food plants. *Trop. Sci.* 7 (3) p. 109-115.
- KETIKU A, OYENUGA V.A. - 1972 - Changes in the carbohydrate constituents of cassava root tuber (*Manihot utilisima* Pohl) during growth. *J. Sci. Fd Agric.* 23 - p. 1451-1456.
- MIEGE J. - OBATON M. - 1954 - Comportement anormal de la tubérisation chez un clone de manioc. *J. Agric. Trop. Bot. Appl.* t.1 N° 10-12 -
- NESTEL B. et MAC YNIPYRE R. - 1973 - Chronic cassava toxicity. Ottawa : IDRC Monograph. IDRC 10e. 162 p.
- UMAHAN E.E. - 1971 - A note on the variation of dry matter content (DMC) along the length of cassava (*M. utilisima* Pohl) tubers. *Trop. Root and tuber Newsletter* 4 - 34-38.
- VARECHON C. - 1964 - Nutrition hydrocarbonnée du manioc aux jeunes stades de croissance et ses rapports avec le rendement. *ORSTOM Adiopodoumé. dact.*

VOISIN J.C. - 1954 - Recherche et dosage de l'acide cyanhydrique chez les plantes à glucosides cyanogénétiques et plus particulièrement chez *Manihot utilisima* Pohl. Rapport de stage ORSTOM - Adiopodoumé

VOISIN J.C. - 1954 - Teneurs en acide cyanhydrique des maniocs de Côte d'Ivoire
Rev. Gen. Bot. 61 - 386-388.

III - BOTANIQUE.

BIANCHINI M. - La geographica della Manioca. Bol. del Soc. Geog. Ital. Ser. VIII
Vol. IV.

HARRIS D.R. - 1969 - Agricultural systems, ecosystems and the origin of agriculture in UCKO, P.J. Dimbleby eds, London.

HERNANDEZ E.X., PATINO V.M. - 1972 - Exploracion etnobotanica de Manihot en Mexico. Fd Exp. Sta. Mayaguez P. Rico. Trop. Root and Tuber Crops. Newsletter. 5 - 14.22

LEON J. - 1971 - Proper terminology applied to tuber and root crops. Trop. Root and Tuber. Newsletter 4. 31-33.

ROGERS D.J. - 1965 - Some botanical and ethnological considerations of *Manihot esculenta*. Econ. Bot. 19 (4) - p. 369-377.

ROGERS D.J. - 1971 - Botanical considerations on the origin of *Manihot esculenta* Ann. Meet. Am. Anthropol. Ass. New-York.

IV - CONSERVATION.

ANON - 1944 - La conservation du manioc par le procédé de Reine. Rev. Agri. Ile Maurice. 23 (3). 105-106.

BAYBAY D.S. - 1922 - Storage of some root crops and other perishable farm products. Philipp. Agr. 10(9). 423-440.

BOOTH R.H. - 1973 - The storage of fresh cassava roots. Proc. 3rd Int. Symp. Trop. Root Crops Ibadan.

BOOTH R.H. - 1973 - Control of deterioration of tropical root crops. 2nd Int. Congr. Plant. Pathol. Minneapolis. Abstr 0463.

BOOTH R.H., COURSEY D.G. - 1974 - Storage of cassava roots and related post harvest problems. IDRC 031 - p.43-49.

BROOK E.J., STANTON W.R., WALLBRIDGE A. - 1969 - Fermentation methods for protein enrichment of cassava. Biotechn. Bioeng 11(6). 1271-1284

C I A T - 1972 - Cassava production systems : fresh roots storage. Centre International de Agricultura Tropical Annu. Rep. 74-78.

CLERK G.C., CAURIE M. - 1968 - Biochemical changes caused by some *Aspergillus* species in root tuber of cassava (*M. esculenta* Crantz). Trop. Sci. 3. 149-154.

- CZYTHRINCIW N, FAFTE W. - 1951 - Modificaciones químicas durante la conservación de raíces y tubérculos. Arch. Ven. Nutri. 2 (1). 49-47
- I D R C - O31e - 1974 - Processing and storage. Proc. of interdisc Workshop, Pattaya. Thailand. 125 p.
- INGRAM J.S. et HUMPHRIES J.R.O. - 1972 - Cassava storage : a review. Trop. Sci., 14 (2). P. 131-148
- SINGH K.K. et MATHUR P.B. - 1953 - Cold storage of tapioca roots. Bull. Cent. Fd Technol. Res Inst. Mysore 2 (7). p. 181-182.
- SUBRAMANYAM H. et MATHUR P.B. - 1956 - Effect of a fungicidal wax coating on the storage behaviour of tapioca roots. Bull. Cent. Fd Technol. Res. Inst. Mysore 5 (5). p.110-111
- VARECHON C. - 1958 - Conservation au frais des tubercules de manioc. Intervention des facteurs du milieu. - IDERT Adiopodoumé. 4 p. dactyl.
- VARECHON C. - 1960 - Conservation du manioc frais. - IDERT Adiopodoumé. dactyl.
- VARECHON C. - 1961 - 3ème Compte-Rendu des travaux réalisés sur l'évolution des tubercules de manioc après récolte. - IDERT Adiopodoumé. dactyl.

V - CULTURE (TECHNIQUES)

- DOLL J. - 1974 - The effects of time of weeding and plant population on the growth and yield of cassava. 3rd Symposium of the Int. Trop. Root Crops Society, Ibadan, Nigeria
- GURNAH A.M. - 1974 - Effects of method of planting and the length and types of cuttings on yield and some yield components of cassava (*M. esculenta* Crantz) grown in the forest zone of Ghana. Ghana J. Agri. Sc. 7. p. 103-108.
- JEYASEELAN K.N. - 1951 - Studies in growth and yield of cassava. Trop. Agr. 108 (3). 168-171.
- LULOFS R.B. - 1969 - A study of methods and costs for commercial planting of tapioca in Kedah. Incorporated Society of Planters, Proc. Conf. Crop Diversification Malaysia. p. 149-166. Kuala Lumpur : Yau Seng Press. 300 p.
- NORMANHA, E.S. - 1950 - Aspectos agronomicos da cultura da mandioca (*M. utilis* Pohl). Bragantia 10 (7). - 179-202
- NORMANHA, E.S. - 1963 - Cultura da mandioca. O. Agronomico, Sao Paulo Brasil 15 (1) 9-35.
- OFUKI C.S. - (Voir à Rendements)
- PRAMANIK, A. - 1971 - Prospects for tapioca cultivation and pelletization in Malaysia. Planter (Kuala Lumpur) 47 (543), p. 240-246.
- ROGERS, D.J. - 1972 - Dwarf, or short-stemmed cassava ? Trop. R. and Tub. Newsletter 5, 36, Mayaguez P. Rico.
- TAKYI, S.K. - (Voir à rendements).
- DE BRULIN (Voir à FUMURE)
- Voir autres réf. à "Aspects Généraux".

VI - FUMURE.

- BERLIER Y. - 1955 - Essais d'engrais sur manioc. IDERT Adiopodoumé. 3 p. dactyl.
- BLIN H. - 1905 - La fumure du manioc. Bull. Econ., 3. 419-421.
- BOTTON H., PERRAUD A. - 1962 - Expérimentation fumure organique (gadoue, fumier) sur manioc. ORSTOM Adiopodoumé. 9 p. multig.
- BRULIN G.H. (de), DHARMAPUTRA T.S. - 1974 - The Mukibat system, a high yielding method of cassava production in Indonesia. Neth. J. of Agric. Sci. 22 (2) p. 89-100.
- CHEW, W.Y. - 1970 - Varieties and N P K fertilizers for tapioca (*M. utilisissima* Pohl) on peat. Malaysian Agr. J. 47 (4). 483-491.
- DE GEUS J.G. - 1967 - Fertilizer guide for tropical and subtropical farming Root Crops : Cassava. Centre d'étude de l'azote, Zurich.
- JACOB, A. et UEXKULL, H. (von) - 1960 - Cassava. Fertilizer use : nutrition and manuring of tropical crops. Hanover : Verlagsgesellschaft für Ackerbau. p. 151-157, 617 p.
- KUMAR B.M., MANDAL R.C., MAGOON M.L. - 1971 - Influence of potash on cassava. Ind. J. of Agron. 16 (1), p. 82-84.
- MALAVOLTA E., GRANER E.A., COURRY T., BRASIL SOBR M.O.C., PACHECO J.A.C. - 1952 Studies on the mineral nutrition of cassava (*M. utilisissima* Pohl). Plant Physiol. 30 (1). 81-82.
- MANDAL R.C., SINGH K.D., MAGOON M.L. - 1971 - Relative efficacy of different sources, levels and split application of nitrogen in tapioca. Ind. J. of Agron. 16 (4). p. 449-52.
- OFURI C.S. - (voir à rendements).
- ROCHE P, VELLY J., JOLLIET B. - 1953 - Essais de fertilisation. Madagascar
- SAMUELS G. - (voir à rendements).
- TAKYI S.K. - (voir à rendements)

VII - MALADIES ET ENNEMIS.

- BOURIQUET G. - 1946 - Les maladies des plantes cultivées à Madagascar. Maladies du manioc.
- CHAN T.R. - 1956 - Studies on the transmission of cassava mosaic virus by Bemisia sp. (Aleyrodidea). Ann. Appl. Biol. 46. - 210-215.
- CHEVAUGEON J. - 1948 - Le "Die Back" du manioc en Côte d'Ivoire. Rev. Path. Veg. Ent. Agr. t. 27, p. 195-216.
- CHEVAUGEON J. - 1950 - Les maladies cryptogamiques du manioc en Afrique Occidentale. IDERT Adiopodoumé. Rev. Path. Veg. Ent. Agr. t. 29.

- CHEVAUGEON J. - 1954 - Sur la répartition de deux *Cercospora* parasites du manioc dans la région d'Abidjan. C Rend. C I A O-A. p. 1.47 Dakar.
- CHEVAUGEON J. - 1956 - Recherches sur les maladies cryptogamiques du manioc (*M. utilisissima* Pohl) en A.O.F. - Lechevalier. Paris.
- CHILDS A.H.B. - 1957 - Trials with virus resistant cassavas in Tanga Province, Tanganyika. East Af. Agr. J. 23 (2). 135-137.
- DOUGHTY L.R. - Cassava breeding for resistance to mosaic and brown streak viruses. A review of twenty one years' work. E. Afr. Agr. For Res. Org. Annu. Rep., 48-55
- FROHLICH G. et RODEWALD W. - 1970 - Cassava. Pests and diseases of Tropical Crops and their control. Oxford : Pergamon Press, 371 p.p. 173-176.
- GUIRAN G. (de) - 1965 - Nématodes associés au manioc dans le sud du Togo. C.R. Trav. Cong. Prot. Cult. Trop. Marseille, p.677-680.
- HOGGER C.H. - 1971 - Plant. Parasitic nematodes associated with cassava. Trop. Roots and Tubers Crops. Newsletter, 4. 4-9.
- JAMESON J.D. - 1964 - Cassava mosaic disease in Uganda. E. Afr. Agric. For J. 29 (3), 208-213.
- JENNINGS D.L. - 1960 - Observations on virus disease of cassava in resistant and susceptible varieties. J. Exp. Agr. 28, 23-34.
- LOZANO J.C., WHOLEY D.W. - 1973 - A technique for the producing of bacteria-free planting stock of cassava (*M. esculenta* Crantz). World Crops.
- LOZANO J.C., BOOTH R.H. - 1974 - Diseases of cassava (*M. esculenta* Crantz). SPANS, 20, 30-54.
- LUC M. et GUIRAN G. (de) - 1960 - Les nématodes associés aux plantes de l'Ouest Africain. Agro. Trop. 15, 434-449.
- MAJUNDER S.G. - 1955 - Some studies on the microbial root of tapioca. Bull. Cent. Food Technol. Res. Inst. Mysore, 4 (6), 164.
- ROGER L. - 1953 - Phytopathologie des pays chauds. 3 vol. Paul Lechevallier.
- SAM RAJ J. - 1966 - Varieties of tapioca (cassava) tolerant to the mosaic virus. Sc. Culture, 32 (8), 419.

VIII - MALHERBOLOGIE.

DOLL J. (Voir à "Culture").

- IRAT - 1973 - Rapport analytique 1973 - Malherbologie. Désherbage chimique de l'Igname. IRAT CI, station de Bouaké. 25 p.
- KASASIAN L. - 1971 - Root Crops, *Manihot esculenta* (Cassava, manioc). Weed control in the tropics. p. 159. London : Leonard Hill. 307 p.
- LEON DIAZ G.R., ARISMENDI L.G. - 1974 - Herbicides en el cultivo de la yuca (*M. esculenta*) en la sabana de Jusepin. Trop. R. and Tub. Nletter. 7, p.29-33.

.../...

IX - MECANISATION.

- CAMPBELL L.G. - 1974 - Mechanising Tropical root crop. SPAN. 17 (3) p.118-120.
- DUFOURNET R. - 1955 - Culture mécanisée du manioc à Madagascar. Note. Conf. Méc. Agric. Entebbee, Ouganda.
- KROCHMAL A. - 1966 - Labour input and mechanization of cassava. Wld Crops, 18 (3). p. 28-30.
- PASSELEGUE G. - 1961 - Les machines de récolte. Encyc. Conn. Agric. Hachette.

X - RECHERCHE - AMELIORATION.

- COURS G. - 1950 - L'amélioration du manioc et du riz à la Station Agricole de l'Alaotra. Cahiers Charles de Foucault. Madagascar.
- COURS G. - 1952 - Le manioc. Amélioration de la Plante. Bull. Rech. Agron. Madagascar, 1, p. 49-52.
- FERNANDO M. et HAYSUNDERA - 1942 - Cultural experiments with cassava (M. utilis-sima Pohl). Trop. Agr., 98 (3).
- FLEMINGS H.S., ROGER D.J., APPAN S.G. - 1971 - Computer information bank of Manihot germ plasm resources. Trop. R. and T. Newsletter, 4, 41-44.
- HENDERSHOTT et AL. - 1972 - A literature review and research recommendation on cassava (M. esculenta Crantz). Univ. of Georgia, Atlanta, Ga., 326 p.
- JENNINGS D.L. - 1972 - Recognising good parents in root crop breeding. Trop. Root and Tub. Crops. Newsletter. Fed Exp. Stat. Mayquez. P.Rico. 5, 11-13.
- MIEGE J. - 1957 - Essais cultureux sur Manioc. J. Agric. Trop. Bot. Appl. p. 401-441.
- MAGOON M.L. - 1968 - Some immediate problems, possibilities, and experimental approaches in relation to genetic improvement in cassava. Indian J. Genet. 28 A, 109-125.
- NESTEL B. - 1974 - Current trends in cassava research. I D R C, 036, Ottawa.
- THOMPSON R.L., WHOLEY D.W. - 1972 - A guide for cassava field trials. Cali, Columbia, C I A T, 41 p.

XI - RENDEMENTS (Voir à "Intérêt général")

- BRUIJN G.H. (de), DHARMAPUTRA T.S. - 1975 - The Mukibat System, a high yielding method of cassava production in Indonesia. Fac. of Agr. Brawijaga Un. Malang, Indonesia.

.../...

- COURSEY D.G. et HAYNES P.H. - 1970 - Root Crops and their potential as food in the tropics. *World Crops*. 22 (4), p. 261-265.
- DIAZ R.O. - 1972 - World cassava production and yield trends 1960-68. *Columbia, Centro int. Agric. Trop. Bull.*, 119 p.
- DOLL J. - (voir à "culture")
- ENYI, B.A.C. - 1972 - The effects of spacing on growth development and yield of single and multi shoot plants of cassave.
 - Root Tuber Yield and attributs. *East African Ag. and For J.*, 38 (1), p. 23-26
 - Physiological factors. *East Af. Ag. and For J.*, 38 (1) p.27-34.
- HUERTAS A.S. - 1940 - A study of the yield of cassava as affected by the age of cuttings. *Phillip. Agr.* 28 (9), 762-770.
- JEYASEELAN - (voir "culture")
- MAGOON M.L., KRISHNAN R., LAKSHMI K. - 1972 - Association of plant and tuber characters with yield of cassava. *Trop. Roots and Tub. cr. Nletter*, 5, 29-30. Mayquez P.Rico.
- OFURI C.S. - 1973 - The effect of ploughing and fertilizer application on yield of cassava (*M. esculenta* Crantz). *Ghana Journal of Agr. Sci.*, 6 (1), 21-24.
- SAMUELS G. - 1969 - The influence of fertilizer levels and sources on cassava production on a Lares clay in Puerto Rico. *Proc. of the Carribbean Food Crops Soc.*, 7, 33-36.
- SINGH K.D., KUMAR B., MANDAL R.C., MAGOON M.L. - 1970 - Note on the effect of varying stages of harvest on tuber yield and starch content in different strains of cassava. *Indian J. of Agron.*, 15 (4), 385-386.
- TAKYI S.K. - 1972 - Effects of potassium, lime and spacing on yields of cassava (*M. esculenta* Crantz). *Ghana J. of Agr. Sci.*, 5 (1), 39-42.
- TAKYI S.K. - 1974 - Effects of nitrogen, planting method and seed bed type on yield of cassave (*M. esculenta* Crantz). *Ghana J. Agr. Sci.*, 7, 69-73.
- WILLIAMS C.N., GHAZALI S.M. - 1969 - Growth and productivity of tapioca (*M. Utilissima*). I.- Leaf characteristics and yield. *Expl. Agric.* 5, p. 183-194.
- WILLIAMS C.N., GHAZALI S.M. - Growth and productivity of tapioca (*M. utilissima*)
 II.- Stomatal functionary and yield. *Expl. Agric.* 7, 49-69, 1971
 III.- Crop ration, spacing and yield. *Expl. Agric.* 8, 15-23, 1972
 IV.- Development and yield of tubers. *Expl. Agric.* 10, 9-16, 1974

XII - TENEUR EN FÉCULE.

- MOORE C.C. - 1951 - Cassava : Its content of hydrocyanic acid and starch and other properties. *Bull. Bur. Chem. US Dep. Agric.* N° 106.

- RAYMOND W.D., JOJO W. et NICODEMUS Z. - 1941 - The nutritive value of some Tanganyika foods : II Cassava. E. Afric. Agric. J., 6, 154-159
- VARECHON C.H. - Nov. 1957 - Teneur en fécule des variétés de manioc hautes productrices de la collection d'Adiopodoumé. ORSTOM Adiopodoumé 12 p.

BIBLIOGRAPHIE
DES TRAVAUX REALISES ~~SUR LE MANIOC~~ AU CENTRE
ORTOM D'ADIOPODOUME

- BERLIER (Y.) - 1955 - Essais d'engrais sur manioc. Adiopodoumé IDERT, 3 p., dactyl.
- BOTTON (H), PERRAUD (A.) - 1962 - Expérimentation fumure organique (gadoues-fumier) sur manioc. Adiopodoumé, IDERT 9 p., multigr., 4 tabl.
- CHEVAUGEON (J.) - 1950 - Les maladies cryptogamiques du manioc en Afrique Occidentale. Adiopodoumé, ORSTOM, 4 p., multigr. in Rev. Path. Vég. Entom. Agr. t. 29.
- CHEVAUGEON (J.) - 1953 - Sur la répartition de deux Cercospora parasites du manioc dans la région d'Abidjan. in : C.R. Vème C.I.A.O. Abidjan 1953, Dakar 1954, 1-47.
- CHEVAUGEON (J.) - 1956 - Recherches sur les maladies cryptogamiques du manioc (Manihot utilisima Pohl) en A.O.F. Paris, Lechevalier.
- DE BRULJN - 1971 - Etude du caractère cyanogénétique du manioc (Manihot esculenta Crantz). Meded. Landbouwhogeschool, Wageningen, 71-73, 140 p.
- DE GUIRAN (G.) - 1965 - Nématodes associés au manioc dans le Sud du Togo. C.R. Trav. cong. Protect. Cult. Trop. Marseille, mars 1965.
- DUMONT (C.) - 1955 - Comparaison des clones de manioc en expérimentation. Rapport de stage. Adiopodoumé IDERT, 48 p., pl. bgr, 22 tabl., dactyl.
- MIEGE (J.) - 1953 - Projet d'expérimentation sur manioc pour 1959. Adiopodoumé IDERT, 14 p., dactyl.
- MIEGE (J.) - 1954 - Les cultures vivrières en Afrique Occidentale. Etude de leur répartition géographique particulièrement en Côte d'Ivoire. Les Cahiers d'Outre-Mer, 1954, t. VII, 25-50.
- MIEGE (J.) - 1954 - Nombres chromosomiques et répartition géographique de quelques plantes tropicales et équatoriales. Rev. Cyt. et Biol. Végétales, t. XV, Fasc. 4 - p. 312-348.
- MIEGE (J.) - 1957 - Essais culturaux sur manioc. J. Agr. Trop. Bot. Appl., 4, 401-441.
- MIEGE (J.) - 1958 - Variétés éburnéennes de manioc à lobes foliaires arrondis. J. Agr. Trop. Appl., 5, 2, 691-718.
- MIEGE (J.), MIEGE (M.N.) - 1954 - Recherches sur la stérilité chez le Manioc. In : Revue de Cytologie et Biologie Végétales. T. XV, Fasc. 3, 179-194.
- MIEGE (J.), LEFORT (M.) - 1949 - Le Manioc en Côte d'Ivoire. C.R. Congrès des Maniocs, Publ. Inst. Colon. Marseille, p. 86-90.
- MIEGE (J.), OBATON (M.) - 1954 - Comportement anormal de la tubérisation chez un clone de Manioc. J. Agr. Trop. Bot. Appl., 1, N° 11-12, 407-413.
- VARECHON (C.) - 1957 - Teneur en fécule des variétés de Manioc hautes productrices de la Collection d'Adiopodoumé. Adiopodoumé IDERT, 11 p., tabl., multigr.

- VARECHON (C.) - 1958 - Conservation au frais des tubercules de Manioc. Intervention des facteurs du milieu. Adiopodoumé, IDERT, 14 p., dactyl.
- VARECHON (C.) - 1959 - Evolution des réserves amylacées des tubercules de Manioc au cours du développement végétatif. Adiopodoumé, IDERT, 5 p., 36 tabl. 2 graph., dactyl.
- VARECHON (C.) - 1960 - Conservation du Manioc frais. Adiopodoumé, IDERT, 24 p., tabl., graph., dactyl.
- VARECHON (C.) - 1961 - Troisième compte-rendu de travaux réalisés sur l'évolution des tubercules de Manioc après récolte. Adiopodoumé, IDERT, 32 p., 18 tabl., fig. dactyl.
- VARECHON (C.) - 1963 - Projet d'étude de la nutrition hydrocarbonée du Manioc aux jeunes stades de croissance et ses rapports avec le rendement. Adiopodoumé, IDERT, dactyl. 8 p.
- VARECHON (C.) - 1964 - Nutrition hydrocarbonée du manioc aux jeunes stades de croissance et ses rapports avec le rendement. Adiopodoumé, ORSTOM, 13 p., bibliogr. annexe, dactyl.
- VOISIN (J.C.-) - 1953 - La sélection des maniocs doux par la couleur de GUIGNARD. Conférence Internationale des Africanistes de l'Ouest. Vème Réunion d'Abidjan, 34.
- VOISIN (J.C.) - 1954 - Teneurs en acide cyanhydrique des maniocs de Côte d'Ivoire. in Rev. Génér. Bot., T 61, 386-8.
- DUBERN (J.) - 1972 - A contribution to the study of African Cassava mosaic disease. Proceedings IDRC/IITA. Cassava mosaic workshop. Ibadan. Nigeria. Dec. 1972., pp. 13-17.
- DUBERN (J.) - 1973 - Transmission of an infectious agent related with african Cassava mosaic disease to *Copsicum annuum* and *Copsicum frutescens*. Abstracts of papers, 2nd International Congress of Plant Pathology. Minneapolis, Minnesota, Sept. 1973, n° 0247.
- DUBERN (J.) - 1973 - Rapport de mission. Abidjan, Centre ORSTOM d'Adiopodoumé, 1973., 16p. multigr. (Etude préliminaire de microscopie électronique).